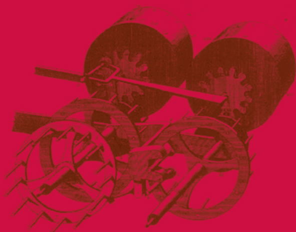
Éric Brian



Comment tremble la main invisible

Incertitude et marchés





Springer

Comment tremble
la main invisible

Springer
Paris
Berlin
Heidelberg
New York
Hong Kong
Londres
Milan
Tokyo

Éric Brian

Comment tremble la main invisible

Incertitude et marchés

Éric Brian
École des hautes études en sciences sociales
Centre Maurice-Halbwachs (CNRS-EHESS-ENS)
48, boulevard Jourdan
F-75014 Paris
eric.brian@ens.fr

ISBN 13: 978-2-287-99664-1 Springer Paris Berlin Heidelberg New York

Imprimé en France
Springer-Verlag France est membre du groupe Springer Science + Business Media

Maquette de couverture : Jean-François MONTMARCHÉ

Ouvrages du même auteur parus aux éditions Springer

Staatsvermessungen. Condorcet, Laplace, Turgot und das Denken der Verwaltung. Vienne, 2001.

The Descent of Human Sex-ratio at Birth. A Dialogue between Mathematics, Biology and Sociology. Dordrecht, 2007 (avec Marie Jaisson).

Critique de la valeur fondamentale. Paris, 2007 (dir. avec Christian Walter).

Éric Brian dirige la *Revue de synthèse,* revue trimestrielle créée en 1900, dont la sixième série paraît à Paris, chez Springer, depuis 2007.

Ouvrages publiés chez d'autres éditeurs

La Mesure de l'État. Administrateurs et géomètres au XVIII*e siècle.* Paris, éditions Albin Michel, 1994.

Histoire et mémoire de l'Académie des sciences. Paris, éditions Lavoisier, 1996 (dir. avec Christiane Demeulenaere-Douyère).

Règlement, usages et science dans la France de l'Absolutisme. Paris, éditions Lavoisier, 2002 (dir. avec Christiane Demeulenaere-Douyère).

Condorcet, *Tableau historique des progrès de l'esprit humain Projets, Esquisse, Fragments et Notes (1772-1794).* Paris, éditions de l'Ined, 2004 (éd. critique en collaboration).

Maurice Halbwachs, *Le Point de vue du nombre (1936),* Paris, éditions de l'Ined, 2005 (éd. critique en collaboration).

Le Sexisme de la première heure. Hasard et sociologie. Paris, éditions Raisons d'Agir, 2007 (avec Marie Jaisson).

Avant-propos

Sur l'incertitude des marchés, chacun a son idée et beaucoup se sont déjà exprimés depuis le nouvel effondrement des marchés financiers à l'automne 2008. Pour l'heure, au printemps 2009, les prises de positions consistent le plus souvent à faire valoir les analyses qu'on a défendues jusque-là et à affirmer qu'en fin de compte ces bouleversements ne les mettent pas en cause : les uns affinent arguments et recommandations comme les autres répètent qu'il fallait bien que cette crise advienne.

Un tel bouleversement des faits économiques n'ébranle pas, les tout premiers temps, les convictions des spécialistes : il modifie seulement la distribution des ressources empiriques et théoriques que chacun d'entre eux peut mobiliser, et il altère la réception de leur propos chez les profanes. C'est seulement avec le recul du temps que les innovations se forment et se distinguent. Elles demandent le délai d'un remaniement collectif de l'état des connaissances.

Si bien qu'au moment où ce livre paraît il est peut-être trop tôt pour faire valoir sérieusement son intérêt au regard de cette nouvelle figure de « la crise », alors même qu'il n'est pas déplacé de considérer qu'il peut contribuer à renouveler la réflexion sur la prévision économique, objectif que je poursuis de longue haleine et à propos duquel il est temps de tracer un bilan.

Ce n'est pas seulement une question théorique. Aujourd'hui par exemple le web ressasse toutes sortes d'analyses et d'opinions sur le bien-fondé du calcul économique. Pendant ce temps, les sites spécialisés, les radios et les chaînes d'informations télévisées livrent des cours de Bourse, comme, depuis bien plus longtemps, la Presse. Les commentateurs enrichissent chaque jour leur météorologie de causes particulières – événements économiques ou bien politiques, publications d'indices et rumeurs de marchés. Elles auraient un effet sur les variations des cours. Dans les succursales des banques, les commerciaux qui longtemps ont déployé des trésors d'arguments afin que leurs clients optent pour telle formule de placement sophistiqué cherchent, depuis quelques mois, d'abord à rétablir la confiance.

La même urgence anime les responsables politiques soucieux de voir « la machine du crédit redémarrer ». Mais qu'on soit épargnant modeste ou qu'on ait du patrimoine, qu'on place à longue échéance ou bien à court terme, qu'on se fie aux intermédiaires ou bien à son instinct, qu'on veuille prendre des risques ou qu'on préfère la prudence, on n'en demeure pas moins un personnage du jeu

de rôles des profils clients. Et ces profils gouvernent les possibles du lendemain, chose détestable pour qui est un peu porté à ne pas se laisser dicter sa conduite par autrui pour de l'argent. Tels sont les rouages de cette vaste machine du crédit : les dettes de chacun, les comptes des entreprises, le commerce des banques et des assurances, la garantie des institutions publiques, la fixation des taux directeurs et des espérances de stabilité diversement partagées.

Au moment où ce livre paraît, cette machine est enrayée. *A minima* comme à plein régime, elle ne tient que par la puissance des calculs et la combinatoire des institutions : autant d'artifices largement admis quand tout va bien et inquiétants sinon. Souvent les virtuoses en la matière, ivres dans l'action ou bien poussés dans leurs retranchements, en viennent à tenir pour un jeu ce qu'ils conçoivent aussi comme les affaires les plus sérieuses du monde. Mais la plupart du temps chacun s'en accommode, faute d'en pouvoir mais. Un rien, inattendu, suggère pourtant la perplexité. Une réflexion soutenue conduit au scepticisme, voire à la dénonciation d'une imposture des experts.

Sur tout cela, il s'agit ici de porter un regard de savant. On le devine, il sera question d'économie, de finances, de mathématiques, mais aussi d'histoire, de sociologie et d'épistémologie – cette part de la philosophie qui traite de la logique effective des sciences, de leurs conditions abstraites comme de leurs modalités concrètes. C'est dire qu'au moment même où chacun peut s'interroger sur ce qu'en matière économique calculer veut dire, il importe de prendre garde aux rapports qu'entretiennent ces différentes sciences entre elles, ne serait-ce que pour éviter ce genre particulier de pétition de principe qui consiste à adopter sans examen critique des éléments de raisonnement formés dans l'une ou l'autre d'entre elles pour les combiner à proprement parler n'importe comment.

Pour éviter ces sophismes, il faut partir d'un point identifié et construire étape par étape. Ce départ, ici, relève de l'épistémologie et de la sociologie, dans la mesure où – quitte à surprendre certains lecteurs – il se trouve que ces deux domaines sont passablement proches, j'y reviendrai. Partant de là, il ne me paraît pas possible d'éviter une clarification sur le traitement de l'incertitude dans les sciences économiques. En effet, elle y est généralement considérée de prime abord comme « à côté » des phénomènes connus et théorisés, comme un élément embarrassant que l'économiste devrait réduire au strict minimum par le calcul.

Ce présupposé qui consiste à penser l'incertitude comme une composante accessoire de l'objet économique est une commodité de l'esprit difficile à justifier ; on va le voir. Il convient dès lors de considérer – comme cela a déjà parfois eu lieu, mais si rarement et sans que la postérité n'y ait pris vraiment garde – que l'incertitude est au fondement de la science économique, et non pas le résidu ou le bruit que produirait le recours à une méthode technique particulière. Cette clarification est l'objet de la première partie du livre, c'est-à-dire de ses trois premiers chapitres.

La seconde partie, les trois chapitres suivants, met en œuvre cette hypothèse de nature épistémologique dans l'analyse des conditions de la prévision économique. L'objet de prédilection est alors le calcul financier actuel : en premier

lieu, les tensions tant commentées entre ces calculs et la « réalité économique » ; en deuxième lieu, les formes connues des phénomènes financiers dont on verra qu'elles ne présentent pas nécessairement les aspects attendues par la théorie économique la plus courante ; et enfin les conséquences de ces constats sur l'analyse de la rationalité des agents économiques.

En d'autres termes, selon qu'on sera philosophe ou sociologue d'une part ou bien économiste ou spécialiste des finances d'autre part, on sera tenté de lire cet ouvrage d'une manière ou d'une autre. Pour les premiers, l'ordre des chapitres qui vient d'être indiqué conviendra sans doute, car ce sera la bonne manière de poser la question et de formuler une proposition par des voies connues (c'est l'objet de la première partie), pour en arriver aux éléments qui visent à la résoudre (c'est celui de la seconde partie).

Quant aux spécialistes des choses économiques et financières, ils voudront sans doute partir du domaine dont ils sont familiers, pour distinguer au passage, parmi les propositions de la seconde section, les options particulières qu'il ne leur aurait pas semblé nécessaire de retenir de prime abord, et dont, en fait, les raisons sont indiquées ici dans les premiers chapitres.

Mais si, en définitive, l'organisation de l'ouvrage est celle donnée dans la suite, alors même que c'est de la connaissance des phénomènes économiques et financiers que peuvent provenir les doutes et les réflexions, c'est qu'il importe de ne pas laisser croire que les réponses épistémologiques devraient naître comme spontanément de la pratique et de la maîtrise d'un domaine à la manière d'une sorte de supplément d'âme. Ce livre traite de la place de l'incertitude dans les phénomènes économiques et financiers, ou pour l'exprimer autrement du fondement stochastique des phénomènes économiques. Il ne s'agit pas de livrer des vues sur ces questions, mais de proposer un cadre d'analyse et de réflexion : il faut donc partir des hypothèses, pour ensuite offrir une construction que l'on met à l'épreuve.

Il faut dire un mot de la rédaction de cet ouvrage. Il est en effet le résultat d'un itinéraire que j'ai suivi depuis une vingtaine d'années en sociologie et en histoire des sciences – je reviendrai au premier chapitre sur ces éléments qui ici tiennent lieu de départ. Mais il marque de plus l'achèvement d'une enquête particulière que j'ai pu mener depuis une douzaine d'années sur les formes actuelles du calcul et du raisonnement financier. C'est Maurice Aymard, historien économique, qui m'a suggéré cette recherche en me faisant rencontrer Christian Walter, actuaire spécialiste des mathématiques financières et de leur histoire.

Les premières années ont été tâtonnantes : par exemple, la première voie que nous avons explorée avec l'aide de l'historien Jean-Yves Grenier était à strictement parler historique et s'est révélée trop difficile. De plus, quoique formé au calcul des probabilités et aux sciences économiques et sociales, mes activités de recherche et d'enseignement ne me conduisaient pas à connaître « de l'intérieur » le monde des finances et ses spécialistes. C'est à Christian Walter que je dois une telle initiation. Elle a pris la forme d'un compagnonnage d'une dizaine d'années : chacun de nous œuvrait dans son domaine ; nous

discutions régulièrement nos travaux ; nous intervenions à l'occasion ensemble lors d'un séminaire ou d'un colloque ; enfin nous avons coordonné ensemble un volume collectif[1].

Au printemps 2008, après une discussion avec notre éditeur[2], l'idée a germé de reprendre d'une manière plus synthétique la question abordée dans le livre précédent, intitulé *Critique de la valeur fondamentale*. Il fut convenu que je travaillerai pendant l'été et l'automne à un manuscrit que Christian Walter réviserait et élaborerait ensuite pendant l'hiver. Nous annoncions ensemble ce projet dans un article écrit à la demande du quotidien *La Tribune*.

Il se trouve qu'il a paru le jour même où ce journal spécialisé commentait l'effondrement financier le plus important du moment : le 7 octobre 2008[3]. Or la rédaction de ce manuscrit, au premier jet comme souvent en pareil cas quand la matière est mûre, m'a entraîné bien au-delà du projet initial. La raison en est sans doute que c'était pour moi la première occasion que j'avais de conjuguer des acquis issus de plusieurs enquêtes menées en parallèle, notamment sur l'histoire du calcul des probabilités et des statistiques et sur la place des phénomènes incertains en sociologie.

Parallèlement, l'intensification de la crise financière ne pouvait pas manquer de susciter des réactions parmi les spécialistes, si bien qu'au cours des mois de décembre et janvier il a paru manifeste à tous les protagonistes de la discussion du printemps précédent que cette première version n'allait pas déboucher sur le livre prévu, mais sur un autre qu'il me revenait d'assumer comme un bilan tiré d'une série d'explorations des formes du calcul financier et économique. J'ai donc repris ce premier manuscrit et élaboré l'exposé sans chercher à rendre compte d'une position commune qui aurait été partagée avec Christian Walter, objectif en fait perdu de vue depuis le travail de l'été et auquel il sera toujours temps de revenir.

Au cours de la mise au point de ce second manuscrit – celui publié ici même – j'ai pris soin de distinguer ce qui avait été confondu par construction dans le premier : les éléments issus des travaux de Christian Walter d'une part et les propositions que je prends à mon compte d'autre part. Aussi nécessaire que soit l'entretien de dialogues de compétences dans le cas de matières où se conjuguent des expertises le plus souvent étrangères les unes aux autres, aussi fructueux que puisse apparaître un tel dialogue, chacun doit finalement assumer les propositions qu'il formule en se soumettant aux critères de contrôle des disciplines qu'il connaît et qu'il revendique.

Paris, mai 2009.

1. Walter et Brian [2007a].

2. Je tiens ici à remercier Nathalie Huilleret et Guido Zosimo-Landolfo, des éditions Springer-France, pour leur disponibilité et leur compréhension depuis maintenant trois ans. Il est certain que le bilan que je trace aujourd'hui n'aurait jamais pu prendre cette forme sans ce dialogue régulier, ni sans le haut degré de professionnalisme propre à une maison résolument tournée vers l'objectif scientifique.

3. Brian et Walter [2008].

Sommaire

Liste des figures

Chapitre 6

Annexe

Liste des formules

Chapitre 3

Chapitre 5

Chapitre 6

Liste des tableaux

Première partie

Les fondements stochastiques des marchés

Chapitre 1

Que faire de l'incertitude ?

Mais, dira-t-on, la science de l'économie et des finances n'est pas neuve ! Certes elle est imparfaite – c'est le lot de toute science. Elle aurait pour principe d'établir des lois par le calcul et se devrait d'écarter les lieux communs. Si bien que les opinions n'auraient pas lieu d'y importer. Ce n'est pas si simple [1]. En effet, il se trouve précisément que l'économie la plus élaborée prend très au sérieux et jusque dans ses calculs, la nécessité de l'opinion et la forme que peut y prendre l'information. Comment dès lors trancher entre les opinions qui devraient se prêter aux calculs et celles qui n'y auraient pas de place ? Se fier à une vue étroite des calculs, ce n'est donc pas épuiser la question. Faut-il s'en étonner soupirera l'ethnographe ! Ce serait d'abord une affaire d'opinion et de croyance, et donc de sciences humaines ! De nouveau c'est un peu simple : il n'est pas aujourd'hui d'économie ou de finance sans calcul.

On ne peut sortir de ces approches discutables sans s'arracher dans le même mouvement à deux présupposés antagonistes. Le premier est que l'humanité n'aurait connu et éprouvé les phénomènes économiques que depuis qu'elle dispose des calculs les plus récents, illusion sans doute renforcée à chaque renouvellement de la théorie mathématique spécialisée et promise à une rapide péremption. Le second consiste à admettre qu'une forme archaïque d'économie non mathématique gouvernerait en vérité ce que les calculs modernes établissent tant bien que mal. Ici et là l'historicité et la variabilité des opérations et des règles de calcul sont escamotées.

Or s'il y a bien un socle commun dégagé par les enquêtes historiques, sociologiques et anthropologiques sur les formes de rationalité économique conduites depuis un siècle, c'est le constat de la variabilité conjointe des pratiques économiques, des institutions propres à ces échanges et des procédés de calculs qu'elles mettent en œuvre. Ce premier constat se double d'un second, comparable, qui porte sur les transformations historiques de la combinaison de ces pratiques, de ces institutions et de ces calculs.

1. Berthoud, Delmas et Demals [2007] offrent un large panorama de ce constat sous les angles spécialisés les plus divers.

À ce point, on ne peut que constater la solidarité des questions que soulève la réflexion des économistes sur leurs calculs avec celles que posent habituellement les ethnologues et les sociologues d'une part, et les historiens attentifs aux formes anciennes des activités et de la pensée économique d'autre part. Les premiers écueils sont par suite la confusion ou bien la distinction excessive des présupposés propres à différentes approches, de là la nécessité d'un travail préliminaire de clarification.

1.1 Approche de l'incertitude économique

Il en va des savants comme des marchands d'argent ou bien encore des fabricants d'épingles : il règne parmi eux un certain état de division du travail. Les uns traitent d'un segment qui leur est propre, préférant pour un temps au moins ignorer les prédilections des autres. Si bien qu'il est difficile, quand on lit avec un peu de recul un article sur la question de l'incertitude économique ou financière, de ne pas y trouver quelque chose d'un tour de bonneteau. L'auteur, conformément aux usages de sa spécialité, néglige toujours un aspect essentiel aux yeux de ses homologues venus d'autres disciplines. Quant aux tentatives interdisciplinaires, on y reconnaît le plus souvent comme un Yalta des compétences.

Il importe de plus de prendre au sérieux d'une part les difficultés conceptuelles que chacun peut rencontrer en menant l'enquête, voire leur escamotage sélectif dans les littératures spécialisées, et d'autre part l'expérience économique et financière effective, et les réflexions qu'elle nourrit. Sur un terrain plus banal, quoi de plus pertinent en effet pour un sociologue que de prendre au sérieux les compétences sociales et techniques des membres d'un groupe étudié [2].

Mais dès qu'il s'agit de sciences et de techniques, force est de constater que bien des commentateurs font de mauvaise fortune bon cœur : ils posent en heuristique l'état de leur méconnaissance. Par suite, ils perdent de vue que les difficultés de l'enquête proviennent, ici comme ailleurs, des rapports délicats, voire conflictuels entre des usages, des techniques et des savoirs constitués différemment chez les protagonistes étudiés et chez ceux qui les étudient.

Les effets de la division sociale du travail dont procèdent les compétences spécialisées (celles des savants, des techniciens et des profanes qui contribuent à l'activité économique et financière) ne se font pas seulement sentir dans l'objet

2. C'est pourquoi il me faut ici remercier les interlocuteurs que j'ai pu trouver dans les différents cadres où depuis une quinzaine d'années j'explore le volet économique et financier de ce qui a maintenant pris la forme d'une recherche de longue haleine sur les fondements stochastiques des sciences sociales et économiques : l'unité « Histoire et populations » (UR 11) de l'Institut national d'études démographiques (Ined), le programme « Histoire et épistémologie de la finance » de la Fondation de la Maison des sciences de l'Homme (FMSH), deux séminaires de l'École des hautes études en sciences sociales (EHESS), celui de ma direction d'études, « Sociologie des instruments symboliques », et celui, collectif, créé par Marc Barbut et Ernest Coumet : « Histoire du calcul des probabilités et de la statistique », et enfin les nombreuses occasions rencontrées de dialoguer avec Elisabeth Nemeth et Wolfgang Pircher depuis des années à l'Institut für Philosophie de l'université de Vienne.

qu'il importe d'étudier, mais encore sur les conditions mêmes de notre approche de cet objet, sur nos formations, nos prédilections et nos familiarités. C'est à ce point qu'il est pertinent de mettre en œuvre le savoir-faire propre à une conception particulière de la sociologie, variante en quelque sorte de l'épistémologie (ce n'est pas ici le lieu d'en donner les raisons) : la sociologie réflexive dont j'ai pour ma part cherché à étendre les enquêtes sur des objets de longue durée, et donc généralement approchés par les historiens [3].

Les mêmes difficultés d'approche sont patentes en sociologie économique ou en sociologie des finances : la concurrence entre les sciences économiques et les sciences sociales, la meilleure audience actuelle des premières – plus précisément, leur plus grande autorité sociale récente –, tout cela pèse sur les recherches spécialisées au point qu'il est fréquent d'y voir déniée *a priori* la consistance des objets de prédilection des économistes et des financiers, manière assez vaine de régler des conflits transdisciplinaires qu'on paraît en fait craindre de perdre par avance [4].

De plus, sans doute du fait du grand intérêt que la réflexion sur les finances suscite depuis l'essor de la crise générale du crédit au printemps 2007 et ses conséquences bancaires, financières et économiques, des questions sont venues d'autres cercles que ceux des seuls spécialistes, des chercheurs et des universitaires. Or tous ces arguments se font écho. Un livre récent, second essai d'un auteur déjà remarqué sur ces questions, a été porté par la dynamique complexe des débuts d'une sorte de crise de la conscience économique mondiale : *Le Cygne Noir* de Nassim Taleb [5]. Qui veut s'arracher au sommeil dogmatique des routines de la réflexion sur la prévision économique ou qui veut prendre au sérieux le primat de l'incertitude et du hasard en matière financière aura tout intérêt à lire l'un ou l'autre des deux ouvrages. Ils offrent en effet les moyens de conquérir cette matière à l'encontre des présupposés les plus répandus. Mon propos ne sera pas de rediscuter ces choses, quitte à donner un tour plus savant à la critique des idées reçues. Ce projet serait vain. Il n'est plus temps de dire qu'habituellement on pense faux, mais de proposer des éléments de construction nouveaux. Du point de vue scientifique, la déconstruction critique n'est qu'une première étape qui doit conduire vers une reconstruction heuristique susceptible d'une mise à l'épreuve empirique [6].

Taleb plaide le scepticisme face à la possibilité toujours ouverte du Cygne Noir, figure de notre ignorance dont l'emblème est ce contre-exemple à la blancheur des cygnes qui a contredit les dogmes des naturalistes européens une fois repérés en Australie de sombres volatiles de cette espèce. Tout l'ouvrage tend à appeler les économistes et les financiers à l'humilité savante : le hasard, l'incertitude, l'imprévisibilité viennent avant le calcul, non pas à sa suite. Sur ce

3. Bourdieu [1992], Brian [1994] et [1996], Brian et Jaisson [2003] et [2007a].

4. Sur l'homologie entre les tensions dans un domaine de recherche et les choix théoriques implicites des protagonistes, voir Bourdieu [1987].

5. Taleb [2008], préparé par Taleb [2005].

6. « Conquérir, construire, constater », dit-on à la suite de Bourdieu, Chamboredon et Passeron [1968] ; pour la mise en œuvre d'une telle démarche en sociologie à propos du hasard, et partant d'une enquête d'épistémologie historique, voir Brian et Jaisson [2007b].

point, Taleb touche juste. Il procure une entrée vers les formes les plus hautes du scepticisme d'un David Hume (1711-1776) ou de celui d'un D'Alembert (1717-1783)[7]. Or précisément, et j'y reviendrai, c'est pour répondre à ces deux auteurs que les mathématiciens Laplace et Condorcet ont élaboré une théorie analytique du calcul des probabilités, théorie profondément remaniée au cours du XXe siècle, jusqu'à des développements et des applications au calcul financier qui nourrissent aujourd'hui la réflexion de Taleb.

Autant il est pertinent de mettre en doute le simplisme de bien des routines de pensée à l'égard du hasard et de pointer du doigt la méconnaissance – chez tant d'économistes, de spécialistes des finances ou encore des sciences sociales – de ce que l'incertitude est affaire de fondement épistémologique et non pas de technique de calcul, autant il n'est pas satisfaisant d'en revenir à une métaphysique du hasard – dût-elle, élégamment métamorphosée en Cygne Noir, rappeler pour le mieux une vieille connaissance : l'indicible stoïcien.

Il faut donc remettre l'ouvrage sur un métier déjà rodé, sans craindre que la nécessaire hétérogénéité des compétences auxquelles ce livre s'adresse explicitement ou implicitement ne favorise les malentendus. Chacun se dira sans doute qu'ici, ou bien là, il aurait fallu en dire plus ou bien l'exprimer autrement... Que répondre par avance ? Il faut prendre ce risque, étant entendu que, comme on l'a écrit jadis, « il ne faut pas guinder l'esprit[8]. » En effet, au bout du compte : « quoiqu'il y en ait plusieurs qui aient assez de lumière pour s'en passer, il peut néanmoins arriver que ce discours, qui sera nécessaire aux uns, ne sera pas entièrement inutile aux autres[9]. »

L'auteur que je viens de citer, Blaise Pascal (1623-1662), traverse en fait la réflexion sur l'incertitude, le calcul et l'action tissée depuis plus de trois siècles. C'est pourquoi j'ai proposé à l'éditeur d'utiliser, pour illustrer la couverture de ce livre, plusieurs éléments graphiques associés à son nom : le mécanisme de sa machine à calculer destinée à son père financier (tel que l'*Encyclopédie* de Diderot et D'Alembert l'a représentée), le graphe du triangle arithmétique qui fonde sa géométrie du hasard[10], et un fameux billet de 500 francs français, « le Pascal »[11]. Cette apparence fait suite à la couverture de *Critique de la valeur fondamentale*[12]. Elle partait cette fois d'un ancien billet de 10 Deutsche

7. Il convient de préciser que le scepticisme lui-même a une longue histoire, mais cela m'écarterait de mon propos. Pour un état des travaux récents, voir *Histoire du scepticisme. De Sextus Empiricus à Richard H. Popkin*, *Revue de synthèse*, t. 119, n° 2-3, avril-septembre 1998.

8. Pascal, *De l'esprit de géométrie* [ms/1728/2000], t. II, p. 182.

9. *Ibid.*, p. 170.

10. On sait aujourd'hui que Pascal a combiné dans sa géométrie du hasard des éléments qu'on peut attester à des époques antérieures, formant une méthode de calcul selon ses propres termes « stupéfiante » : il est vrai qu'elle lui permettait de joindre les démonstrations des mathématiques à l'incertitude du hasard, fondant effectivement une sorte de géométrie qu'on désignera plus tard de manière algébrique en parlant de calcul des probabilités ; Pascal [1654/1998], t. I, p. 172.

11. Imprimé de 1968 à 1993, remplacé dès 1994 par « le Pierre et Marie Curie », il a toutefois circulé jusqu'au passage à l'euro.

12. Walter et Brian [2007].

Mark émis par la banque fédérale allemande qui, outre le portrait du mathématicien Carl Friedrich Gauss (1777-1855), offrait une image de la distribution de probabilités dite « courbe en cloche », « seconde loi de Laplace », « gaussienne » ou « loi de Laplace-Gauss »[13].

Il faut, en effet, démêler deux nœuds principaux dans l'intrication des disciplines engagées dans le calcul économique et financier actuel : plusieurs branches des mathématiques, certains aspects de la philosophie, de la sociologie et de l'histoire, et bien sûr de l'économie elle-même. L'un provient des usages métaphoriques ou techniques de la notion de jeu en matière de hasard. L'autre de l'amalgame entre la dispersion de l'incertitude et celle des erreurs opéré par le recours à la « courbe en cloche » ; j'y reviendrai. Il ne s'agit pas ici de faire entrer dans la finance des considérations de religion diversement discutées notamment à propos des *Pensées*, alors même que souvent le scepticisme radical y conduit. Je songe au savant et au philosophe qui s'est débattu aux abords du pyrrhonisme, forme lettrée que prenait en son temps le retour du scepticisme antique. Les historiens des sciences le savent bien : l'expérience historique et épistémologique du Nouveau Monde a procuré mille Cygnes Noirs aux curieux, aux érudits et aux savants de la Renaissance et des débuts de l'époque moderne, et l'idée même de science moderne en provient. Si bien que le Cygne Noir, figure après Taleb de l'achoppement des savoirs routiniers, perdrait de sa superbe s'il demeurait l'emblème du scepticisme alors même qu'il peut tout aussi bien annoncer le dépassement des misères de la pensée routinière par la science elle-même.

1.2 Brève histoire du raisonnement probabiliste

Conjecturer, calculer ou raisonner face à l'incertitude occupe l'attention des savants et des philosophes de manière singulière depuis les XVIIe et XVIIIe siècles, souvent au prix de profonds remaniements des procédés formels, des méthodes et des doctrines[14]. Chez Pascal, en 1654, comme chez Huygens, en 1657, il s'est agi en premier lieu de raisonner à propos des jeux de hasard et secondairement d'étendre par analogie ce raisonnement à d'autres matières.

Pendant les siècles qui ont suivi, on ne s'est pas privé d'user et d'abuser d'une telle analogie entre des calculs pertinents dans le cas stylisé de jeux dotés de règles simples et les circonstances les plus diverses. Avec le calcul analytique des probabilités de Condorcet (1743-1794) et de Laplace (1749-1827), pendant les dernières décennies du XVIIIe siècle et les premières du XIXe, le modèle commode du dénombrement des coups favorables et des coups possibles, procédé facile à mettre en œuvre pour un jeu de hasard simple, a été remplacé par un cadre mathématique plus élaboré fondé sur un recours systématiquement

13. Imprimé dès 1989, ce billet a circulé de 1991 au passage à l'euro.

14. Le mot de « remaniement » relève ici de la sociologie de la mémoire collective et désigne certaines des opérations par lesquelles perdurent les groupes sociaux au-delà des actions individuelles, voir Halbwachs [1941/2008].

au calcul différentiel et intégral et au choix de fonctions particulières dans la construction des opérations de calcul. Théorie des fonctions, théories de l'intégration et calcul des probabilités furent ainsi combinés d'une manière féconde qui a gouverné l'essor scientifique des deux siècles suivants[15]. Mais les mathématiciens les plus attentifs à établir rigoureusement la théorie mathématique des probabilités n'ont cessé entre-temps de revenir sur la manière dont on a pu disposer cette combinaison.

À partir de la fin du XIXe siècle, c'est du renouvellement de la théorie de l'intégration, puis, au XXe siècle pendant l'entre-deux-guerres, de la mise au point d'une axiomatique du calcul des probabilités qu'est provenue une seconde refondation. Il est donc prudent, au moment de brasser des questions de calcul de probabilités, leurs applications à l'économie et aux finances et leurs attendus épistémologiques ou sociologiques, d'être attentif à différents régimes épistémologiques et techniques qu'il a connu et à la coexistence de ces régimes dans la littérature savante et philosophique, ou bien moins spécialisée[16].

Traçons quatre de ces régimes à grands traits. On pourrait qualifier de *pré-pascalien* celui caractérisé par le fait que le calcul mathématique serait secondaire. Si je dis qu'il est probable que je referme rapidement ce livre, je ne m'engage ni sur la comparaison des cas possibles et des cas favorables ni dans des calculs plus sophistiqués. Au pire j'y fais allusion, mais j'évoque pour l'essentiel l'idée qu'on pourrait le prouver, jouant implicitement sur l'étymologie latine du mot *probable* (soit : « qu'il est possible de prouver ou non »). Autant de choses fort sérieuses pour les contemporains de Pascal. Voici réévaluées des démarches antérieures au milieu du XVIIe siècle, et d'autres ultérieures où les mathématiques peuvent ne pas importer[17].

S'il s'agit maintenant de raisonner sur les dénombrements des cas possibles et des cas favorables, comme le plus souvent dans l'enseignement élémentaire du calcul des probabilités dès qu'on choisit des exemples de jeu de pile ou face, de dés ou de cartes, voici un tout autre régime épistémologique, et technique au sens des opérations techniques de dénombrement[18] : celui du *calcul classique des probabilités*.

Le raisonnement sur d'autres matières que des règles explicites posées sur des nombres de cas en nombres finis relève alors d'*analogies* avec ces jeux de hasard courants. L'âge d'or de ce calcul classique va de la fin du XVIIe siècle à la fin du XVIIIe siècle. Son histoire internaliste et son histoire culturelle sont

15. Krueger [1987-1989].

16. L'enseignement à divers niveaux du calcul des probabilités renouvelle sans cesse cette coexistence, pour le meilleur et pour le pire.

17. La littérature historique est copieuse depuis trois décennies sur l'histoire du calcul des probabilités, voir Brian et Jaisson [2007a] où nombre de ces ouvrages sont indiqués. Voir aussi la revue spécialisée, le *Journal électronique d'histoire des probabilités et de la statistique/Electronic Journal for History of Probability and Statistics* (www.jehps.net).

18. Condorcet employait le mot *technique* dans ce sens quand il décrivait les méthodes techniques de la science : les classifications, la formation d'une langue universelle, les procédés de calculs ou d'enregistrement.

écrites[19]. Adam Smith (1723-1790), comme ses prédécesseurs, raisonnait à cet égard en savant des Lumières et donc partageait une telle culture classique des probabilités.

Un troisième régime est issu, il vient d'en être question, de la théorie analytique des probabilités associée au nom de Laplace[20]. Ici la mesure du probable est élaborée à partir d'une théorie mathématique des fonctions, c'est-à-dire sans analogie arbitraire avec les jeux. Mais une fois cette théorie analytique appliquée à des jeux élémentaires, on retrouve les résultats connus par les méthodes de Pascal ou de Huygens, non sans éviter des paradoxes et des erreurs de raisonnement fréquents à l'époque antérieure[21].

C'est le régime du *calcul analytique des probabilités* fondé sur un attirail de calcul intégral et différentiel, et sur des options particulières quant aux fonctions employées. La période de référence est alors le XIXe siècle et le début du XXe siècle. Une application très connue est la théorie de la moyenne d'Adolphe Quetelet (1786-1874) et son instrument : la « courbe en cloche ». Elles ont gouverné l'activité statistique depuis la seconde moitié du XIXe siècle[22].

Pour les matières discutées dans ce livre, il faut bien faire ce constat : c'est ce régime propre au calcul analytique des probabilités et son application au raisonnement statistique sur le modèle queteléslen qui gouvernent l'essentiel des procédés de calculs et du raisonnement économique aujourd'hui, en microéconomie par exemple. Un auteur prototypique est ici Léon Walras (1834-1910). Mais on pourrait tout aussi bien reconnaître chez Karl Marx (1818-1883) les traces d'une conception analytique du calcul des probabilités dès qu'il recourt aux statistiques de son temps. Quant à Louis Bachelier (1870-1946), aussi novateur et mécompris fût-il en son temps, il travaillait lui-même avec un attirail préparé par Laplace et Quetelet, et sa thèse soutenue en 1900 relève tout à fait du régime analytique du calcul des probabilités[23].

Au XXe siècle, depuis l'entre-deux-guerres, il faut distinguer un nouveau régime épistémologique propre au *calcul axiomatique des probabilités*, notamment après Borel (1871-1956) et Kolmogorov (1903-1987). Le raisonnement probabiliste fondé sur les mathématiques n'est alors plus dépendant de la théorie d'une classe particulière de fonctions comme depuis Laplace, mais il est établi sur une axiomatique de la mesure. Les mathématiques du probable qu'utilisent les physiciens et les mathématiciens qui, depuis vingt ou trente ans très largement, appliquent leurs calculs aux finances sont propres à ce régime-là. L'auteur le plus connu, et le savant novateur qui a ouvert la voie dans ce domaine, est Benoît Mandelbrot (né en 1924)[24].

19. Todhunter [1865], Daston [1988].
20. Laplace [1812] et [1814].
21. C'est à Condorcet que revient la primeur de cet élargissement (j'emploie à dessein le vocabulaire du XXe siècle, voir Nadeau [1999], p. 180), voir Condorcet [1784-1787]. Mais c'est à Laplace, dans ses mémoires contemporains, qu'on doit la mise au point du calcul fonctionnel pertinent. Sur ce moment, voir Brian [1994].
22. Brian et Jaisson [2007a].
23. Bachelier [1900].
24. Pour deux synthèses, voir Mandelbrot [1997] et [2005].

Ainsi, on le devine, il est imprudent de discuter le fameux pari de Pascal sans prendre garde aux remaniements de ses aspects mathématiques les plus fondamentaux[25]. Il en va de même pour le raisonnement économique et financier. Il faut prendre garde à ce que tel régime épistémologique, parmi les quatre qui viennent d'être passés en revue, a parfois occasionné des calculs dont les développements ultérieurs sont caractéristiques d'un autre. Ainsi Paul Lévy (1886-1971), très grand contributeur aux renouvellements probabilistes du XX[e] siècle et dont l'œuvre est capitale pour ce qui m'intéresse, n'a mesuré lui-même qu'après coup que certains éléments de sa théorie des lois stables avaient déjà été touchés par Augustin Cauchy (1789-1857)[26], un siècle plus tôt[27].

Au cours des dernières décennies, ce sont des dizaines de spécialistes de l'histoire du calcul des probabilités qui ont reconstitué quelques chemins avérés dans le labyrinthe de la mémoire collective des mathématiciens. Dès lors, il est sans doute temps de montrer l'apport de telles recherches pour une meilleure maîtrise du raisonnement probabiliste dans les sciences économiques et sociales[28]. Il serait vain, en effet, de reprocher aux spécialistes de ces sciences d'avoir trop longtemps pensé que la *valeur* d'un événement incertain serait tout simplement le produit de celle de ce même événement considéré comme certain par la probabilité qui mesure son incertitude *en imaginant par commodité* un jeu de pile ou face, alors même que depuis D'Alembert et Condorcet on peut se douter que ce n'est pas si simple. Certes les savants ont longtemps pensé ainsi et les enseignants disposent encore de cette manière d'un trésor d'exemples plus ou moins intuitifs. Mais quant aux fondements... Une telle analogie ne suffit pas. Dès 1754, D'Alembert l'a fait remarquer. Condorcet et Laplace vingt ou trente ans plus tard, puis Laplace seul encore trente ans après, ont approfondi ses doutes et donné les bases d'une reformulation analytique du calcul[29]. Les mathématiciens n'ont pas cessé d'y revenir depuis.

On sait que Pascal ne s'en est pas tenu au triangle arithmétique. Outre ses autres travaux de mathématique et de physique expérimentale, il a cherché à expliquer ce qu'il en était de l'esprit de géométrie, cela au plus près de son expérience savante personnelle[30]. Un autre de ses ouvrages, resté inachevé, les *Pensées*, explorait les limites de l'entendement humain. Plus d'un siècle plus tard, Condorcet, qui ne partageant sans doute pas les options théologiques du janséniste, tenait pourtant les *Pensées* pour un monument de la science de l'homme que lui-même entendait promouvoir. Il est bien connu aussi que Pascal a conçu en 1642 pour son père, homme de finance, une machine à calculer les

25. Brian [2009].
26. Cauchy fut un critique rigoriste de Laplace.
27. Voir Barbut et Mazliak [2008].
28. Ces recherches, en France, se situent dans le sillage de l'œuvre d'Ernest Coumet (1933-2003), voir le n° 2-3-4, 2001, de la *Revue de synthèse*.
29. D'Alembert [1754], Condorcet [1784-1787], Laplace [1812] et [1814]. À ce sujet, voir Brian [1994].
30. Pascal [2000], t. II, p. 154-182. Dans son prolongement, et dans celui des écrits épistémologiques de Poincaré, voir Daval et Guilbaud [1945] dont proviennent les premiers travaux de Coumet, cité précédemment.

additions et les soustractions. Elle prend place aujourd'hui dans la galerie de l'histoire des technologies de calcul. Mais on sait moins qu'il fut aussi le concepteur d'un des premiers systèmes parisiens de transport public : les carrosses à cinq sols qui ont opéré dès le printemps 1662 et pendant plusieurs années [31].

À Paris, les beaux esprits étaient alors à l'entreprise et à la spéculation alors même que les habitants, tous ordres confondus, hommes, femmes, enfants, leurs chevaux et les voitures attelées se croisaient sans règle de circulation dans des rues le plus souvent étroites, toujours boueuses, malodorantes et sales. On y rencontrait toute sorte de gens au péril de ses souliers, parfois de son habit, qui craignant pour sa bourse, qui inquiet pour sa vie [32]. Ce n'est en rien le Paris d'aujourd'hui où seules quelques incivilités, imprudences ou maladresses viennent troubler un flux continu de 35 millions de déplacements par jour [33]. On court alors des risques qu'il est raisonnable de négliger dès qu'on s'en tient aux codes et aux usages. On a compté en effet, en 2006, 9 170 accidents corporels ; parmi eux 714 blessés graves et 64 tués [34]. Ce sont donc en moyenne 25 accidents et 2 blessés graves journellement et près de 5 tués par mois.

Le risque d'avoir un accident corporel est par suite inférieur à 0,000 1 % lors d'un déplacement, chiffre comparable à une chance contre 1 400 000. Celui d'une blessure grave est de l'ordre d'une chance contre 18 000 000 et celui de décéder accidentellement d'une chance contre 200 000 000. Du point de vue épistémologique, Paris, au temps de Pascal comme au nôtre, est incertain. Mais d'un point de vue technologique et sociologique, le risque pris par un passant est devenu négligeable alors même que l'intensité des transports n'a cessé de croître et qu'on dénombre 5 décès mensuels, et donc autant de tragédies. Le même genre de réflexion reste à tisser pour ce qui touche aux flux des biens et des finances. On le constate sur cet exemple : les dispositifs sociotechniques importent. Les cadres sociaux et techniques qui règlent les flux et les calculs que mettent au point leurs experts sont des préconditions fondamentales du sens que chacun peut avoir des risques qu'il prend et des incertitudes auxquelles il fait face.

Dans le Paris de 1662, les carrosses à cinq sols se suivaient en principe tous les demi-quarts d'heure le long de cinq routes distinctes. La première, créée en mars, allait et revenait du Luxembourg à la place Royale (aujourd'hui la place des Vosges) en passant par le Châtelet. La deuxième, ouverte en avril, partait de la même place Royale et rejoignait la rue Saint-Honoré près de l'église Saint-Roch, prenant par la rue Saint-Denis. En mai, une troisième route fut établie qui allait du Luxembourg à la rue Montmartre par le pont Saint-Michel et le Pont-Neuf. En juin, ce fut un quatrième circuit qui cette fois bouclait le réseau par le tour de Paris (un peu moins que les six premiers arrondisse-

31. Pascal [1662/2000], t. II, p. 527-540, p. 1292-1296, Mesnard [1965], Roche [2008], p. 117.

32. Pour reconstituer ce tableau, voir Roche [2008], p. 57-120.

33. Le chiffre de 35 millions vaut tous cas confondus, habitués ou visiteurs, marcheurs ou transportés. Source : Mairie de Paris, *Le Bilan des déplacements en 2006 à Paris*, www.paris.fr, en ligne en août 2008.

34. Même source.

ments actuels), reliant les terminus des autres routes. En juillet, une cinquième et dernière course fut ouverte du Luxembourg vers le nord jusqu'à la rue de Poitou, passant par le pont Notre-Dame. Pascal est mort le mois suivant. Des placards d'annonce établissaient règles et usages. Il a fallu marquer des lieux suffisamment commodes pour attendre les voitures, y monter et en descendre.

On songe aujourd'hui à des arrêts de bus, mais faute de telles habitudes on y voyait alors simplement des repères voués au nouvel usage, ce qu'en anglais on appelle des *benchmarks*, procédé employé actuellement en finance pour disposer de critères d'action. Dès six heures ou six heures et demie le matin, les carrosses allaient « sans se détourner ni arrêter, que pour recevoir ou descendre ceux qui voudront y entrer ou en sortir ». La course coûtait cinq sous, mais sur le tour de Paris, on avait installé des bureaux où il fallait payer de nouveau. Le service était destiné aux bourgeois et habitants de la ville de Paris et des faubourgs. Tout reposait sur le flux des voitures le long du réseau des cinq routes. Les affiches soulignaient que la ponctualité et la régularité devait dissuader de faire atteler sa propre voiture : « Personne n'aura plus de temps à attendre en quelque lieu de la route qu'il soit. » Certes tout n'a pas fonctionné selon la perfection des règles annoncées. Les cochers n'étaient pas si réguliers. On donnait des pièces d'or pour payer cinq sous. Rendre la monnaie retardait tout le monde. L'attente n'était pas si commode : les rues n'avaient guère changé. On côtoyait de tout. Mais la compagnie a soigné la qualité des équipages pour mieux plaire au public. Étaient exclus des carrosses les soldats, les pages, les laquais et tous les gens de livrée, les manœuvres et les gens de bras. L'interdit attisa les ressentiments, qui contribuèrent à terme, comme diverses retouches faites au plan initial, à l'échec de l'entreprise.

Pascal s'était soucié du flux général des carrosses, du choix des routes et des commodités destinées au public, le tout dans une vision d'ensemble qui fait honneur à l'esprit de géométrie. L'entreprise était soutenue par de puissants patrons capables de couvrir les dépenses et d'obtenir les patentes d'exploitation. S'il faut, pour considérer l'incertitude économique, user d'une analogie avec le siècle de Pascal, les carrosses à cinq sols paraissent finalement plus pertinents que le trop élémentaire jeu de pile ou face.

Passons par une expérience de pensée aux transports parisiens actuels. Imaginons tout à coup l'ensemble des expertises techniques et scientifiques que mobilisent les entreprises et les collectivités locales[35]. Songeons à leur mise en œuvre, à l'organisation concrète du travail de ces spécialistes, aux tensions entre eux : ce que diraient les juristes, les commerciaux, les gens de communication... les mécaniciens, les spécialistes de la maintenance, les conducteurs, la sécurité... les ergonomistes qui conçoivent les wagons et les bus, les décorateurs... les économistes qui règlent les tarifs, les financiers qui suivent les investissements et les comptes, les sociologues à qui l'on demande de traiter les incivilités, les mathématiciens qui optimisent les flux, les informaticiens qui mettent au point les automates...

35. C'est là un agenda de sociologie, de philosophie ou d'histoire des techniques. Sur l'actualité des enquêtes sur les techniques, voir le n° 1, 2009, de la *Revue de synthèse*.

Tout au long de ce livre sur l'incertitude en finance – et non sur les transports parisiens – il sera utile de garder à l'esprit la possibilité de comparer le cabinet particulier de Pascal et la division sociale des compétences actuelles[36]. On se donne ainsi, toujours par une expérience de pensée, le moyen d'aller et de venir du point de vue de Pascal au monde actuel où ce même point de vue, dispersé en tant de compétences distinctes, n'a plus à proprement parler lieu d'être. Sachant ainsi jouer d'une approche sur l'autre, voici une nouvelle question : le rapport banal que nous entretenons avec notre environnement nous fait attendre du monde de la finance – et plus généralement du monde social – une prévisibilité, une régularité, en un mot une douceur, dont l'ordre de grandeur est suggéré par l'ampleur du risque d'un accident corporel dans les rues de Paris : c'est-à-dire 1 contre 1 400 000. Sauf trauma particulier, notre sensibilité aux risques les plus banals est étalonnée sur la routine de nos habitudes. Mais quant à l'incertitude économique, comparant avec les déplacements parisiens, sommes-nous tout à coup plongés dans les rues du Paris des années 2000-2010, ou bien dans celles du temps de Pascal ? Il y a quelques années, la comparaison aurait sans doute paru incongrue. Depuis quelques mois, elle suggère que, dans l'approche subjective de l'incertitude économique et financière, nous avons connu comme un changement d'époque.

Voici finalement deux perspectives – le point de vue de Pascal et le nôtre – et deux états du monde – Paris à près de trois cent cinquante ans de distance. L'ensemble offre aussitôt quatre combinaisons. L'une nous fait imaginer Pascal traçant en son temps le projet des carrosses à cinq sols et nous expose à la critique de l'historien. Une deuxième nous est familière : c'est notre condition face aux phénomènes contemporains qui nous met en présence de compétences aujourd'hui diversement constituées, et dont la synthèse est presque impossible. En voici une troisième : il n'est pas interdit de spéculer sur ce que, depuis l'ancien point de vue, on discernerait du monde actuel des finances, entrant de bon gré sur un terrain philosophique praticable.

Enfin, et c'est là un trait propre à ce travail, la quatrième combinaison faire sentir toute l'étrangeté des aléas de la circulation parisienne d'antan et ainsi suggérer qu'il n'y a pas de raison d'attendre que le monde des finances soit conforme, quant aux incertitudes qu'il comporte, à celui des déplacements quotidiens actuels. On s'arrache de cette manière aux routines de leurs appréhensions profanes ou spécialisées. Je n'irai pas plus loin dans l'analogie urbaine, gardant seulement à l'esprit Pascal, son projet des carrosses à cinq sols et sa géométrie du hasard. Il faut en effet préciser comment concevoir l'incertitude économique et financière, en distinguant la forme que peut prendre le phénomène lui-même de celle des conjectures de l'agent ou du savant.

36. Sur les enjeux et l'apport d'une histoire longue de la division sociale du travail d'expertise, voir Brian [2001].

1.3 Incertitude, attente et action

Au moyen des carrosses à cinq sols, j'ai cherché à mettre en évidence l'objet de ce livre tout en évitant de recourir à la chimère d'une perspective absolue. Faire appel à une comparaison historique justifiée et mettre ensuite en œuvre une expérience de pensée fondée sur un anachronisme contrôlé, le principe de ce geste est banal en sciences sociales : il s'apparente au comparativisme critique en anthropologie. Or sur les questions économiques, la sociologie telle qu'on la conçoit depuis Émile Durkheim (1858-1917) travaille de plein droit, comme en témoignent les œuvres de Marcel Mauss (1872-1950) et de François Simiand (1873-1935) [37]. Depuis quelque temps, on assiste même à un regain de la sociologie économique en langue anglaise comme en langue française, en dialogue avec les textes de référence de l'entre-deux-guerres [38]. Cette remarque de Mauss donne le ton :

> [...] un certain Mawu qui est le grand dieu chez les Ho, qui sont les Ewhé en territoire sous mandat français ; une de ses incarnations en fait un très drôle de dieu : il est le dieu de la monnaie, et c'est lui qu'on invoque quand on part au marché et qu'on est inquiet sur le cours des denrées et sur celui de la monnaie de cauris ; on invoque Mawu Sowlui et, selon qu'on a fait l'invocation qui convenait, le cours est meilleur ou moins bon [39].

Le mot « social » est assez ambigu pour qu'il faille ici appeler l'attention des lecteurs divers auxquels cet ouvrage s'adresse sur une caractéristique de cette lignée sociologique qui va, en France, d'Émile Durkheim jusqu'à Pierre Bourdieu (1930-2003) notamment. Pour le dire à la manière allemande, les objets de la sociologie relèvent tout à la fois des *sciences sociales* (on songe à l'étude de la société et des phénomènes de masse dont les principaux effets sont souvent pensés en termes politiques) et des *sciences de l'esprit* (on dirait dans un autre vocabulaire, qu'elle traite les aspects cognitifs de ces phénomènes).

C'est le même fait social qu'on saisit, pour le dire de manière élémentaire, « dans la tête » des agents et « à l'extérieur » d'eux. Durkheim a caractérisé le fait social en mettant en évidence la contrainte du monde extérieur sur l'agent (Durkheim, 1895), et ce postulat tient en sociologie une place comparable à celle de l'impénétrabilité dans la fondation métaphysique de la mécanique du solide. Les modalités du rapport entre ce qui peut nous apparaître de prime abord comme l'intériorité et l'extériorité des agents sont les clés de la théorie sociologique, et de nombreux auteurs les ont discutées depuis Durkheim et sa distinction entre l'approche morphologique des sociétés (l'étude de ses formes matérielles et des formes prises par les groupes humains) et l'enquête sur les systèmes de représentation (qui vise plus directement les formes de la pensée). Dès les travaux de Mauss, de Simiand et surtout ceux de Maurice Halbwachs

37. Mauss [1925/2007], Simiand [1932] et [2006].
38. Voir notamment Heilbron et Convert [2004], Steiner [2005], Dufy et Weber [2007].
39. Mauss [1934/1974], p. 116. Mauss évoque des travaux ethnographiques conduits en Afrique subsaharienne de l'Ouest.

(1877-1945), ces distinctions ont été profondément remaniées et leurs termes redéfinis[40]. Bourdieu, lui-même, a fondé ses propres concepts d'habitus et de champ en spécifiant d'une nouvelle manière ce même rapport. Chez chacun de ces sociologues, il faut en passer par là pour raisonner sur les rapports entre la régularité des phénomènes et les attentes des agents. Mauss s'adressait ainsi à Simiand en 1934 :

> Car c'est cela au fond ce à quoi nous arrivons, vous et moi, c'est à l'importance de la notion d'attente, d'escompte de l'avenir, qui est précisément l'une des formes de la pensée collective. Nous sommes entre nous, en société, pour nous attendre entre nous, à tel et tel résultat ; c'est cela la forme essentielle de la communauté. Les expressions : contrainte, force, autorité, nous avons pu les utiliser autrefois, et elles ont leur valeur, mais cette notion de l'attente collective est à mon avis l'une des notions fondamentales sur lesquelles nous devons travailler[41]. Je ne connais pas d'autre notion génératrice de droit et d'économie : « Je m'attends », c'est la définition même de tout acte de nature collective. [...] Les infractions à ces attentes collectives, cela se mesure, par exemple les krachs en matière économique, les paniques, les sursauts sociaux, ainsi de suite. [... Vous] avez eu une idée que j'ai également – je dois vous dire que sur ce point c'est plutôt une rencontre qu'une action mutuelle, – que les attentes, les émotions, les volontés, cela se quantifie. On quantifie une panique à la Bourse, la preuve c'est la différence des prix. J'ajoute même que par rapport au fonctionnement d'une tribu du Congo belge, dans laquelle moyennant tant de fers de lance qui représentent tant de tête de bœufs, je peux acheter une femme pour avoir tant d'enfants, la notion de la quantification est cette entente qui me lie à ma belle-mère par les procédés les plus extraordinaires ; car, en effet, c'est une horrible créancière. Les attentes, même dans ce cas-là, sont quantifiées. [...] Qu'est-ce que c'est que l'état de panique dans lequel nous vivons, et qui, parti peut-être d'un phénomène économique ou peut-être d'autre chose – je n'en sais rien – aboutit à supprimer les attentes ? Cela se mesure par la thésaurisation, mais aussi par toutes sortes de choses : par le fait qu'on ne voyage pas ; cela se mesure par le fait qu'on n'entreprend pas, pas même des travaux de sociologie[42].

C'est des traces d'un dialogue entre Simiand et Halbwachs, voie parallèle pour une révision interne du durkheimisme, et de la question de la différence des horizons d'attente des agents selon leurs conditions sociales[43], qu'est parti le

40. Pour un bilan récent de la trajectoire de Halbwachs qui l'a conduit aussi bien à réévaluer la démographie qu'à fonder la sociologie de la mémoire collective, voir Halbwachs [1941/2008].

41. Ce vocabulaire est strictement durkheimien. Mauss ne cherche pas à l'effacer – il est à cet égard explicite et va jusqu'à donner l'exemple de la dette envers la belle-mère au Congo belge – mais à l'élargir, de telle sorte que les propriétés antérieurement établies soient conservées.

42. Mauss [1934/1974], p. 117-118. Le débat où s'insert cette prise de position est contemporain du contexte favorisé par la crise de 1929. On notera que ce qu'il dit des années 1930 vaut pour 2009 : avec la crise, on voyage moins, on s'en tient au patrimoine, et... les chercheurs, désorientés, renoncent à la science. Ici même, il n'en est pas question !

43. Simiand [1932] et [2006] ; Halbwachs [1930], [1938a] et [1938b] dont le titre original était particulièrement clair : *Analyse des mobiles dominants qui orientent l'activité des individus dans la vie sociale.*

jeune Bourdieu au temps de ses enquêtes sur l'Algérie [44]. Formé à la sociologie durkheimienne et à l'enquête ethnologique, attentif plus que tout autre de ses homologues à la pertinence du travail statistique, Bourdieu demeure, même sur le terrain algérien, façonné par sa formation philosophique initiale. Il s'est en effet exercé sur le commentaire de Leibniz sous les auspices de Martial Guéroult (1891-1976), puis accoutumé aux questions de la phénoménologie aux côtés de Maurice Merleau-Ponty (1908-1961) [45]. Il a conçu, au cours de l'enquête algérienne, l'une des clés de sa réflexion : la tension entre l'attente subjective des agents et les chances objectives que leur présente le monde social, ligne d'attaque que Bourdieu a tenue tout au long de son œuvre [46].

Il faut y revenir. La question des attentes des agents et de l'expérience sociale collective est bien, on l'a vu avec Mauss, au fondement de son élargissement de la définition durkheimienne du fait social. Reformulée par Bourdieu dès ses premiers travaux, elle caractérise sa conception sociologique. Enfin elle est de première importance, Mauss l'indique explicitement, dès qu'on songe au calcul économique, à la spéculation, aux finances et aux crises économiques.

Quoique porté à mépriser le chic sociologique en vogue depuis les années 1990 qui consiste à jeter des pierres sur les statues des commandeurs de la sociologie française – Durkheim ou Bourdieu [47] –, il me faut bien réexaminer cette clé bourdieusienne de la tension entre les attentes subjectives et les chances objectives, non pour vainement la rejeter, mais pour la retravailler de telle sorte qu'elle opère effectivement sur la question du fondement stochastique du raisonnement économique [48].

Suivons les étapes de la formulation de Bourdieu. Il est question dans le livre publié en 1963 d'« espérances individuelles et [de] chances objectives » [49]. C'est alors la différence des conditions économiques de possibilité des attentes entre des agents aux destins sociaux différents qu'il entend mettre en évidence, jusqu'à montrer que c'est la structure de leurs anticipations qui se différencie (leur forme si on veut) et non pas seulement leur objet.

44. Bourdieu [1963] mentionne explicitement Halbwachs [1930] et [1938b].

45. Cet apprentissage du corpus leibnizien et cette emprise phénoménologique, Bourdieu les avait en commun avec Halbwachs, bien que leurs itinéraires fussent différents, et pour cause, à cinquante ans d'intervalle ; voir la première partie dans Halbwachs [2008].

46. Bourdieu [1963], [1972], [1977], [1980] et [1997].

47. Sur les nécessaires égarements de la scolastique contemporaine, voir Bourdieu [1997], p. 21-109.

48. *Animadversiones in Burdeum* aurions-nous sans doute plaisanté ensemble ! Outre la chance d'avoir pu m'entretenir assez régulièrement avec Bourdieu sur ces questions pendant une vingtaine d'années (voir Brian et Jaisson [2003]), un autre dialogue m'a aidé à aboutir à la formulation que je livre ici. Il s'est tenu à Vienne, depuis une dizaine d'années, avec Elisabteh Nemeth, philosophe spécialiste des œuvres d'Ernst Cassirer (1874-1945), d'Otto Neurath (1882-1945) et de Pierre Bourdieu.

49. Bourdieu [1963], part. II, chap. II, sect. 3, p. 338-352, nourries d'observations de terrain et de résultats d'enquête statistique.

> On peut aussi tenir pour assuré qu'à différents types de conditions matérielles d'existence correspondent des types différents d'attitude économique [50]. [...] L'existence individuelle s'accomplit à l'intérieur d'un ordre économique qui, en tant que système de rapports objectifs, s'impose, avec une urgence variable, aux consciences et aux volontés individuelles [51]. [... Exemple.] Interrogés sur le revenu qui leur serait nécessaire pour bien vivre, les individus aux ressources les plus faibles tendent, pour la plupart, à former des aspirations démesurées. [... Les] aspirations tendent à devenir plus réalistes, c'est-à-dire plus strictement mesurées aux possibilités réelles, à mesure que ces dernières s'élèvent. Le calcul rationnel, d'abord manié sur le mode imaginaire et abstrait, s'incarne progressivement dans la conduite à mesure que l'amélioration des conditions matérielles le permet. [...] Tout se passe comme si les conditions matérielles d'existence exerçaient leur influence sur les attitudes, et particulièrement sur l'attitude à l'égard du temps, c'est-à-dire l'attitude économique, par la médiation de la perception qu'en ont les sujets. [...] L'attitude économique de chaque sujet dépend de ses conditions matérielles d'existence par la médiation de l'*avenir objectif* du groupe dont il fait partie [52].

Une dizaine d'années plus tard, Bourdieu revient sur la même tension dans son *Esquisse d'une théorie de la pratique*, mais cette fois pour analyser les modalités et les effets de l'intériorisation de cet avenir objectif. Ce sont les bases de sa théorie de l'habitus. Elle attribue la « corrélation très étroite entre les *probabilités objectives* scientifiquement construites (e. g. les chances d'accès à l'enseignement supérieur ou au musée, etc.) et les *aspirations subjectives* (les “motivations”) » à l'inculcation *pratique et implicite* des chances objectives [53]. Par suite, la logique de la pratique se trouve radicalement opposée à toute forme de calcul rationnel.

> Renversant complètement la tendance de l'objectivisme, écrit Bourdieu, on peut au contraire rechercher dans les règles de la construction scientifique des probabilités ou des stratégies non point un modèle anthropologique de la pratique, mais la *description négative* des règles implicites de la statistique spontanée qu'elles enferment nécessairement parce qu'elles se construisent explicitement contre ces règles implicites (e. g. la propension à privilégier les premières expériences) [54].

50. Ce point, effectivement, pouvait être mis au crédit de Halbwachs [1938a] et [1938b].
51. Cette fois, c'est l'argument de Mauss [1925] et [1934], mais déployé différentiellement.
52. Bourdieu [1963], p. 338-339, p. 346 ; souligné dans l'original.
53. Bourdieu [1972], p. 176-178 ; souligné dans l'original. Sur la question de l'intériorisation des chances objectives se joue l'un des aspects les plus discutés de la théorie bourdieusienne : on y reconnaît souvent un déterminisme. C'est l'avatar d'une critique ancienne qu'ont déjà dû affronter tour à tour Quetelet et Durkheim... Fondamentalement, le point touche le statut de l'incertitude dans les sciences morales et sociales depuis le XIXe siècle. Bourdieu s'est justifié plusieurs fois à ce sujet, sans avoir convaincu ses critiques, semble-t-il. On ne peut sortir d'une telle querelle qu'en réexaminant minutieusement les rapports complexes qu'entretiennent depuis le milieu du XVIIIe siècle les mathématiques du probable et les sciences morales devenues plus tard les sciences sociales. Voir Brian et Jaisson [2007a] et [2007b].
54. Bourdieu [1972], p. 176 ; souligné dans l'original.

À ce point Bourdieu est diamétralement opposé à Laplace qui affirmait, en 1814, que sa théorie analytique des probabilités n'était que « le bon sens réduit au calcul »... sauf à prendre le mot de réduction au sens de l'exercice d'une domination symbolique arbitraire, ce qui n'était sans doute pas l'idée du mathématicien et qui mériterait plus ample discussion [55].

Quoi qu'il en soit, pour Bourdieu, le calcul n'a, par principe, aucune vocation à rendre raison de la pratique. Il en serait même d'un point de vue génétique et quant au cas particulier du calcul des probabilités, le *contraire*. Par suite, il est ici impossible d'accorder, si ce n'est au moyen d'une métaphore incontrôlée ou d'une analogie sauvage, une théorie de l'action qui procèderait de la pratique au sens que Bourdieu a donné à ce mot et une théorie formelle de l'action rationnelle fondée sur le calcul des probabilités. De là procèdent aussi bien la critique de la théorie de l'action rationnelle (TAR) dans le sillage de Bourdieu [56], que les tentatives, de la part de Bourdieu lui-même, de rapprocher sociologie et économie sur un même socle disciplinaire et selon le principe d'un affranchissement des conduites à l'égard de la normativité des calculs [57].

C'est l'introduction écrite par Bourdieu en 1976 d'un bilan de ses travaux algériens (tracé en fait dès 1963), *Algérie 60*, qui permet de saisir comment la mise en jeu de l'opposition entre subjectif et objectif dans l'analyse des conditions de possibilité de l'action économique, tout en offrant à Bourdieu la possibilité de former sa théorie de la pratique, l'a conduit, dans le même mouvement à amalgamer ce schème (objectif *vs* subjectif) avec un autre qui oppose en général la pratique au calcul (distinction au demeurant utile en épistémologie des mathématiques), et en particulier le sens pratique et le calcul formel des probabilités (hypothèse forte de la part du sociologue). Le chapitre III, intitulé cette fois « Espérances subjectives et chances objectives » (p. 67-80), reformule le premier texte publié en 1963, et revient sur l'enquête sur l'auto-évaluation du « nécessaire pour bien vivre » en montrant que les personnes interrogées sont pour ainsi dire en deçà ou au-delà d'un « seuil de calculabilité » (p. 71). Au-dessous de ce seuil, le sous-prolétaire n'a tout simplement pas les moyens de se prêter au calcul économique.

> Pour que les conduites individuelles – à commencer par les actes économiques – puissent s'organiser selon un plan de vie et pour qu'une conscience systématique et rationnelle du système économique en tant que tel puisse se former, il faut que la pression de la nécessité économique se relâche, qui interdit la mise en suspens de l'adhésion fascinée au donné actuel, condition de la position de possibles latéraux [58].

55. On devine dans la distinction radicale qu'agite Bourdieu, les traces mêlées de deux de ses auteurs de prédilection : Durkheim, lui-même façonné par toute une tradition savante, pour lequel la science se constitue avec la mise à l'écart des prénotions, et Bachelard, promoteur de l'idée de rupture épistémologique. En principe, oui... mais en fait ce n'est pas si simple, surtout du point de vue historique. En d'autres termes, Bourdieu idéalisait le calcul des probabilités dans les passages commentés.

56. Wacquant et Calhoun [1989].

57. Bourdieu [2000].

58. Bourdieu [1977a], p. 67 (écrit en 1963).

Mais ce que les travaux algériens visaient, c'était le consensus objectiviste qui existait alors entre les conceptions économiques les plus généralement admises au moment où il écrit.

> Ce n'est pas par hasard si l'interrogation sur les relations entre les structures et les habitus [celle de Bourdieu, donc] s'est constituée à propos d'une situation historique où elle se proposait en quelque sorte dans la réalité même, sous la forme d'une *discordance* permanente entre les dispositions économiques des agents et le monde économique dans lequel ils devaient agir. Dans les situations de transition entre une économie précapitaliste et une économie capitaliste, l'abstraction objectiviste dans laquelle se rencontrent néo-marginalistes et structuralo-marxistes, se dénonce si fortement qu'il faudrait s'aveugler pour réduire les agents économiques à ces simples reflets des structures objectives et omettre de poser la question de la genèse des dispositions économiques et des conditions économiques et sociales de cette genèse[59].

Montrer que le sous-prolétaire algérien n'avait rien qui pût lui procurer le loisir de se prêter au jeu économique d'un monde colonial et capitaliste nouveau – qui plus est instauré au prix d'une guerre coloniale – c'était pour Bourdieu dénoncer le consensus ethnocentriste partagé par les économistes orthodoxes comme par les hétérodoxes : les uns et les autres attendaient de ce sous-prolétaire qu'il entendît l'intérêt que le calcul moderne établissait, que celui-ci fût orienté vers la consommation ou bien vers la révolution. Et s'il ne l'entendait pas, il était dénié dans sa compétence non seulement économique, mais encore sociale, voire culturelle, renvoyé à l'archaïsme ou à l'exotisme, si ce n'est au défaut d'intelligence. On suit volontiers Bourdieu dans son entreprise.

Si bien que les auteurs, tels que Max Weber (1864-1920) ou Werner Sombart (1963-1941), qui ont exploré l'histoire économique et sociale du capitalisme en le considérant accompli ou en voie d'accomplissement au XIXe siècle étaient les cibles savantes affichées de l'ensemble des travaux de Bourdieu sur les travailleurs algériens, tant ces travaux apparaissent alors comme les vecteurs de présupposés téléologiques ethnocentrés. Le sous-prolétaire algérien n'était pas une énigme dans un « cosmos économique » théorisé par Max Weber, mais le porteur de structures temporelles de l'action économique autres que celles réalisées par le monde économique dans lequel l'autorité coloniale le sommait de trouver place.

Dans le mouvement même de son enquête empirique, de sa critique du colonialisme et de l'objectivisme économique (néomarginaliste ou marxiste), Bourdieu a sans doute trop accordé au cosmos économique webérien. C'est, en premier lieu, la théorie marginaliste[60]. Pourquoi pas ? Si ce n'est que cela ne concerne pour l'essentiel que le siècle dernier. C'est, en second, le calcul des probabilités et les statistiques. D'un point de vue historiographique, et sauf à combiner des périodes à dessein, l'hypothèse reste à valider surtout si

59. Bourdieu [1977a], p. 7 ; soulignés dans l'original (daté de décembre 1976).
60. Pour Max Weber, l'importance de la théorie de l'utilité marginale était un critère de l'époque capitaliste. Bourdieu [1977a], p. 16, reprend son argument.

on s'attache à prendre en compte l'ampleur récente des recherches sur cette matière et la diversité de leurs conclusions. C'est encore le calcul en général. Mais comme Mauss l'avait noté, dans les sociétés traditionnelles – et j'ajoute, dans les anciennes – on calcule, étant entendu que les objets et les modalités des calculs varient considérablement.

Enfin, c'est une sorte de monopole de l'objectivité du monde social. À ce point, il semble que Bourdieu ait opéré un amalgame entre l'impossibilité de l'omniscience du côté de l'agent ou du sujet (nécessaire humilité qu'on admet volontiers) et sa possibilité hypothétique chez leur antagoniste – en l'occurrence le capitalisme ou l'État colonial. Cette fois on peut en douter fortement, craignant que Bourdieu ait concédé à Weber, malgré toutes ses critiques, plus encore que la caractérisation de la formation du capitalisme et de l'État selon un processus historique de rationalisation : le monopole de l'objectivation.

Dans ces conditions, une fois le contexte historique des travaux algériens de Bourdieu pris en considération et maintenant que l'itinéraire de son œuvre nous procure de multiples déclinaisons de ce schème théorique générateur, il apparaît pertinent de distinguer d'une part l'opposition entre l'objectivité du phénomène et le point de vue subjectif de l'agent, et d'autre part le fait que l'agent ou tout autre puisse disposer ou paraître disposer d'un calcul explicite ou bien intuitif des probabilités. La question de l'adéquation des pratiques et des calculs à la forme objectivable des phénomènes, notamment celle des phénomènes économiques, n'en est pas évacuée pour autant, bien au contraire, on va le voir. Pas plus que les différences et les tensions ne s'escamotent entre les régularités du monde attendues par les agents et celles que les phénomènes économiques ou sociaux présentent objectivement.

Il importe de préciser que, sur ce pan de la théorie de Bourdieu, ma critique vise le monopole objectiviste qu'il a accordé au capitalisme et à l'État, et non pas son épistémologie de l'objectivation, et en particulier de l'objectivation statistique, soit dans ses termes leibniziens au « géométral de toutes les perspectives » [61]. À cela s'ajoute le fait que le corpus de l'œuvre de Bourdieu offre le singulier avantage de livrer une foule d'articulations, critiques ou non, entre ses propres propositions théoriques et celles d'un grand nombre d'auteurs pertinents.

En déployant l'opposition entre les attentes des agents et leurs chances objectives comme je le propose dans ce livre-ci selon un schéma dont la construction est l'objet du chapitre suivant, il s'agit d'un élargissement propre à conserver cette vertu épistémologique et ces pistes théoriques vers d'autres auteurs importants.

C'est finalement dans les *Méditations pascaliennes*, publiées en 1997 [62], que Bourdieu récapitule son propos sur les rapports entre les attentes, le temps et l'action. Il y est plusieurs fois question des tensions entre les « espérances subjectives » et les « chances objectives ». Ce sont à ses yeux « *les deux dimen-*

61. Voir Bourdieu [2001] et Bouveresse [2003].
62. Bourdieu [1997], chap. 6, p. 246-288.

sions constitutives de l'expérience temporelle[63], » analyse qu'il développe tout au long de ce dernier chapitre. L'œuvre de Bourdieu consiste pour beaucoup dans cette restriction à ces deux dimensions de l'expérience temporelle[64]. Il ne s'agit donc pas ici de ruiner ce puissant élément, mais de développer sur chacune de ces deux dimensions une distinction plus rigoureuse entre l'incertitude des choses et leurs probabilités.

1.4 Proposition

La proposition que comporte ce livre est finalement assez simple : il s'agit de distinguer d'une part le principe d'ordre phénoménologique retenu par Bourdieu selon lequel *les espérances subjectives et les chances objectives sont les deux dimensions constitutives de l'expérience temporelle* et d'autre part *les modalités constatées de l'objectivation de ces chances selon l'une ou l'autre de ces deux dimensions.*

Il n'y a pas lieu en effet d'accorder à une instance sociale particulière (le capitalisme à l'un ou l'autre de ses stades ; tout autre système économique[65] ; l'État colonial ou l'État en général) un monopole effectif quant à l'objectivation des chances qui sont en jeu dans la cohérence du monde social. Il en va au demeurant de même pour la Science, au sens de l'idée qu'on peut se faire de la compétence collective des savants plus ou moins organisés. Elle ne peut produire en effet qu'un état provisoire des connaissances, au mieux sans doute des compétences humaines et de leur organisation, et cet état sans cesse révisé ne peut être tenu pour le géométral de toutes les perspectives sur lequel seraient pour ainsi dire arrimées les tensions avec les espérances subjectives dont procèderaient les actions de chacun.

Certes Bourdieu lui-même n'a cessé de promouvoir la nécessité de la « sociologie de la sociologie » afin de brider l'illusion de l'omniscience du savant[66]. Mais ce sont, dans son œuvre, les étapes successives d'un cycle réflexif, dont la pratique du métier opérerait au cas par cas une synthèse subjective et potentielle. Ainsi on ne dispose pas, dans le corps bourdieusien, d'un ouvrage qui intégrerait effectivement et de manière explicite ces différents moments dans une même construction d'objet. La question est donc : comment finalement articuler les différentes étapes de la réflexivité sans perdre à telle étape ce qu'on tenait à la précédente ? Il s'agit à ce point d'accorder pertinemment l'instrument réflexif, préoccupation qui m'a fait écrire que l'enjeu était le contrôle

63. Bourdieu [1997], p. 256.

64. S'il s'agissait de revenir sur l'ensemble de la théorie bourdieusienne, ce qui n'est pas mon propos ici, il faudrait indiquer comment les concepts d'habitus et de champ procèdent d'une restriction phénoménologique comparable. Or c'est bien le cas. On discuterait ensuite le concept de violence symbolique qui découle des tensions entre ces deux dimensions. Un point de départ pourrait être le commentaire du roman *Le Procès* de Franz Kafka (1883-1924) dans Bourdieu [1997].

65. Par exemple, sur la place effective et idéologique des statistiques en URSS, voir Mespoulet [2008].

66. Voir notamment Bourdieu [2001] et, pour quelques lignes, [2005], p. ix.

raisonné de la réflexivité[67], en vue d'une réflexivité bien tempérée[68]. Sauf à idéaliser le Capitalisme, l'État ou la Science, il faut donc s'en tenir à une prise en considération réaliste de ce qu'est l'objectivation des chances à diverses époques et en divers lieux, le plus souvent porteurs de formes d'autorité socialement constituées plus puissantes que celles associées au point de vue de tel agent[69].

Une forme rudimentaire de cette réflexion m'a conduit aux débuts de mes recherches, il y a maintenant un peu plus de vingt-cinq ans, vers la sociologie et l'histoire des aspects les plus concrets du travail statistique et de la formation des diverses conceptions du calcul des probabilités. Alors perplexe face aux usages sociaux des chiffres, je me suis tout d'abord équipé de l'attirail mathématique des années 1980 et tenu informé depuis[70]. Parallèlement, il me fallait apprendre le métier de sociologue, ce qui m'a conduit à travailler avec Bourdieu une vingtaine d'années. La tension entre ces deux formations, de mathématiques et de sciences sociales, ne se résout pas aisément. Je n'ai trouvé que plus tard ces deux extraits qui indiquent bien, combinés, la ligne que j'ai cherchée à suivre dès cette époque :

> Je pense [répond Bourdieu lors d'un entretien] que personne n'a envie de voir le monde social tel qu'il est ; qu'il y a plusieurs manières de le nier ; il y a l'art, évidemment. Mais il y a même une forme de sociologie qui atteint à ce résultat extraordinaire, parler du monde social comme si l'on n'en parlait pas : c'est la sociologie formaliste, qui interpose entre le chercheur et le réel un écran d'équations le plus souvent mal construites[71].

> La statistique mathématique [notait cinquante ans plus tôt Halbwachs] a fait réellement de grands progrès. [... Mais] il y est bien rarement traité des faits eux-mêmes. Ou plutôt les faits n'y interviennent que dans la mesure où ils se prêtent à l'application des formules. Les mathématiciens se désintéressent trop des réalités positives. Certes les simplifications mathématiques permettent de saisir plus clairement certaines relations entre des données abstraites : mais qu'y gagnons-nous, si ce qui a été éliminé, c'est, précisément, l'essentiel ? Il faut perfectionner les formules, les compliquer, en employer simultanément plusieurs, les adapter progressivement aux faits qu'elles doivent aider à mieux comprendre. Mais puisqu'on ne peut guère s'attendre à ce que les mathématiciens deviennent

67. Brian [1996].

68. Brian et Jaisson [2007b].

69. En français, le mot *objectivation* ne pose guère de problème, tout au moins depuis Ignace Meyerson (1888-1983) (Meyerson [1948/1995]). Mais je dois avouer que j'ai rencontré de fréquents malentendus au cours des discussions, en langue anglaise, avec des historiens des sciences qui entendaient *objectivité*.

70. C'est ici l'occasion de saluer la mémoire de Michel Métivier, alors professeur de mathématique appliquée à l'École polytechnique, et de remercier Ludovic Lebart, directeur de mes recherches doctorales dans ce domaine, pour leur bienveillance à l'égard du thésard que j'étais alors, soucieux d'apprendre et de comprendre, mais passablement indifférent aux débouchés habituels de ce genre d'études. Ce doctorat a abouti à Brian [1986].

71. Bourdieu [2005], p. xix (entretien donné en décembre 1988).

sociologues, c'est aux sociologues qu'il appartiendrait d'introduire dans leurs méthodes un peu plus de précision mathématique. Eux seuls peuvent savoir ce qui leur manque à cet égard [72].

La genèse de la formation du calcul des probabilités, selon Bourdieu, relèverait d'une description négative des règles implicites de la statistique spontanée... J'ai eu la chance de pouvoir explorer cette hypothèse de travail alors même que se multipliaient les publications d'histoire du calcul des probabilités et des statistiques, et celles connexes d'histoire et de sociologie des sciences. Dès qu'on brasse cette littérature spécialisée, on constate qu'il est impossible de vérifier ni de réfuter une telle hypothèse d'un point de vue historique sauf à transformer à l'occasion de chaque étude de cas les critères qui feraient repérer ici le calcul des probabilités, et là, la statistique spontanée.

Dès lors que faire ? Réorganiser la littérature secondaire autour d'une clé de lecture arbitraire [73] ? Cela ne présentait qu'un piètre intérêt. Plusieurs travaux dès cette époque suggéraient, au contraire et de diverses manières, qu'il fallait prendre au sérieux non seulement la dimension proprement historique de la formation des appareils statistiques, de celle des théories mathématiques et de celle des théories sociales, mais encore les rapports identifiables entre elles, cela depuis le XVIIe siècle [74]. Si bien qu'il m'a fallu aussi apprendre le métier d'historien auprès de Jean-Claude Perrot et celui, voisin, d'historien des sciences auprès d'Ernest Coumet. À vrai dire, j'ai eu la chance de pouvoir conduire ce second doctorat à l'EHESS à une époque où la combinaison de diverses compétences disciplinaires n'était pas entravée par des contraintes de temps trop pressantes, ni par des obligations excessivement scolaires [75].

De cette thèse de sciences sociales [76] – outre les trois études de cas qui la composent (la formation du calcul analytique des probabilités entre 1750 et 1820 ; l'institutionnalisation de la norme du travail statistique selon les critères de l'Académie des sciences de Paris entre 1815 et 1830 ; l'internationalisation de cette norme et sa révision pendant la seconde moitié du XIXe siècle) – je garde trois éléments importants.

Le premier est le recours aux concepts d'instrument et de travail symboliques [77] qui permettent de comprendre que, du point de vue sociologique, une formule de calcul, une nomenclature, une institution, une routine ou une pratique peuvent être substituées les unes aux autres pour remplir les mêmes

72. Halbwachs [1937/2005], p. 143-144.

73. C'est, je le crains, le principe de Desrosières [1993] (mais conformément à un cadre théorique autre que celui de Bourdieu), cela malgré d'autres travaux plus prudents, voir Desrosières [2008].

74. Coumet [1970], Hacking [1975] et [1990], Perrot [1977] et [1981], Lepenies [1985], Porter [1986], Krueger [1987-1989], Fagot-Largeault [1989] ou encore Heilbron [1990].

75. D'autres facteurs favorables s'y sont mêlés, telle la possibilité d'exercer comme assistant de l'historien Leopold Haimson, à l'université de Columbia à New York – ce qui par simple effet d'exotisme académique m'a fait mesurer tout le poids des inconscients disciplinaires acquis à la manière française ; ou encore les conditions favorables et l'intérêt sur le fonds rencontrés à la Fondation de la Maison des sciences de l'homme chez Maurice Aymard.

76. Brian [1990].

77. Bourdieu [1977b].

fonctions, ou tout au moins des fonctions homologues, mais dans des conditions différentes, et donc avec des effets sociaux différents : concentration de la légitimité de l'action, dispersion de ses modalités tout au long d'une chaîne technique, etc. ; si bien que de ce point de vue, celui de l'action de l'agent situé dans un contexte sociotechnique historique donné, une institution ou un calcul peuvent apparaître comme des alternatives, ou comme des instruments complémentaires. Ainsi, et c'est sans doute là l'exemple paradigmatique, quand D'Alembert rejette l'application du calcul des probabilités aux phénomènes humains dans les années 1750, tout sceptique qu'il se revendique, il ne rejette pas toutes les possibilités du calcul, mais il considère que, sur ces matières, on ne dispose pas d'observations pertinentes quant à l'homologue d'une physique du phénomène, et il propose d'abord de les organiser (de là son appel à l'organisation d'une société savante qui remplirait cette fonction), puis de les soumettre au calcul, mais à un horizon temporel lointain[78]. Par suite, pour D'Alembert lui-même, comme pour ses continuateurs, Condorcet, Laplace ou Fourier, l'alternative entre le développement formel du calcul des probabilités et l'organisation des institutions de dénombrement est une chose tout à fait concrète, une action à mener et non pas une opposition abstraite binaire – institutions *vs* calculs –, comme nous serions portés à l'envisager rétrospectivement. Le concept d'instrument symbolique, et l'historicisation de ses occurrences permet de saisir comment des institutions et des calculs qui nous paraissent si intangibles sont en fait des instruments symboliques substituables les uns aux autres, pour le moins du point de vue heuristique de l'investigation historique aujourd'hui, et selon quelles conditions au moment considéré.

Le deuxième élément en découle. Si on considère que les institutions et les calculs sont des instruments symboliques, qu'ils servent, du point de vue de l'analyse sociologique à produire un travail symbolique – c'est-à-dire à produire des effets de sens – alors on peut envisager un retour à la notion durkheimienne de division du travail social – passablement éclipsée chez Bourdieu – et parler de division du travail symbolique, étant entendu que l'enquête porte en l'occurrence sur le travail d'objectivation des phénomènes sociaux et économiques. L'objet est donc la transformation de la division du travail statistique[79], abréviation pour division du travail de production des instruments symboliques orientés vers l'objectivation de la régularité des phénomènes sociaux et économiques.

Le lecteur non sociologue pensera sans doute qu'il s'agit là d'une formule bien longue pour dire par exemple *compter* ou *classer*... mais on a tant écrit sur ces mots, et dans tous les sens depuis une cinquantaine d'années, qu'il me pardonnera, je l'espère, cette précision de l'expression. L'objet de la sociologie, en effet, n'est pas d'engendrer du discours, mais de construire des objets, et par suite de soumettre le discours à des critères de réfutation.

Ici même, l'enquête sur l'histoire de la statistique et du calcul des probabilités peut, par exemple, déboucher sur une comparaison raisonnée des formes de division du travail de production des instruments symboliques les plus légi-

78. Ce cas est analysé dans Brian [1990] et [1994].
79. Brian [1990].

times qui soient, les nomenclatures et les calculs statistiques, sans avoir à en ignorer les règles propres ni à surinterpréter leur portée. Dans le cas de la formation du calcul analytique des probabilités à la fin du XVIIIe et au début du XIXe siècle, ce cadre d'analyse permet de préciser une conclusion qui est un troisième élément utile. Il ne s'est pas seulement agi d'une transformation du corpus du calcul mathématique, ni même d'un contexte parallèle de renouvellement des institutions administratives susceptibles de contribuer aux opérations de dénombrement. L'invention du calcul analytique des probabilités est allé de pair avec une transformation structurelle de la division du travail symbolique, repérable comme un processus historique où se conjuguent divers facteurs, et dont sont provenus des instruments aussi divers que l'état civil moderne, la seconde loi de Laplace et le raisonnement probabiliste disons moderne – ou plus précisément laplacien. Cette transformation profonde, structurale, a changé les conditions historiques de la *calculabilité* de ces phénomènes qu'on qualifie aujourd'hui d'économiques et de sociaux, induisant la formation des institutions et des compétences qui caractérisent cet objectivisme d'État que visait Bourdieu dans ses écrits [80].

Ces travaux m'ont conduit vers d'autres enquêtes connexes touchant à l'histoire des sciences et à la sociologie générale. Ils ont favorisé un réexamen collectif des œuvres de deux savants qui apparaissent finalement capitales pour comprendre les rapports entre la connaissance de la société et la mesure des régularités qu'elle présente : Condorcet et Halbwachs [81]. Mais je dois m'en tenir ici à la question de la calculabilité et de la prévisibilité des phénomènes économiques et financiers [82].

Mais si une transformation de la division sociale du travail symbolique peut changer les conditions de l'objectivation des phénomènes sociaux, ne faut-il pas montrer, sur un exemple au moins, ce qu'il en est ? C'est l'objet de deux ouvrages, l'un à dominante épistémologique et historique, l'autre à dominante sociologique, sur la manière dont on a considéré le surcroît des garçons par rapport aux filles à la naissance depuis la fin du XVIIe siècle et jusqu'à aujourd'hui. Partant d'une *déconstruction critique* de cette question où se rejoignent la genèse du calcul des probabilités (on songe aux travaux de Condorcet, de Laplace, de Fourier et de Poisson), la formation de l'idée de consistance du fait social (cette fois il s'agit d'auteurs tels que Süssmilch, Quetelet, Durkheim et Halbwachs), et la distinction des périmètres des mathématiques, de la biologie et de la sociologie (aux auteurs précédents, il faut maintenant ajouter notamment Darwin

80. Brian [1994], notamment la conclusion et sa réinterprétation dans Brian [2001].

81. Voir dans le premier cas Condorcet [2004] et, dans le second, Halbwachs [1936/2005] et Brian [2008].

82. D'autres explorations ont été utiles pour mener à bien l'enquête historique et critique sur une période longue de trois siècles (mais elles n'ont pas lieu d'apparaître ici manifestement) : sur les mathématiques à l'époque moderne et contemporaine, sur l'Académie des sciences, sur l'épistémologie au XXe siècle ou sur l'histoire de l'économie, des statistiques et du calcul des probabilités. On peut en repérer les traces dans des numéros de la *Revue de synthèse* ou dans des volumes de la collection *Classiques de l'Économie et de la Population* des éditions de l'Ined.

et Comte), il est possible de mettre en évidence les conditions changeantes de l'objectivation de ce phénomène mesuré de manière homogène trois siècles durant.

Il est ainsi apparu pertinent de distinguer deux schémas de raisonnement : en premier lieu une hypothèse d'incertitude intrinsèque dont on tire les conséquences (c'est le raisonnement probabiliste au sens moderne du mot, ou stochastique) ; en second lieu, une variabilité empirique que l'on décompose par le calcul en réservant ce qu'on peine à saisir à quelque chose qui ressemblerait à du hasard (c'est le raisonnement statistique)[83]. Dans le schéma stochastique, c'est un hasard constitutif du phénomène qui est assumé comme tel. Dans celui statistique, c'est un hasard résiduel, voire honni, qui mesure la variabilité inexpliquée après le passage d'une technique d'analyse particulière.

Suivre le calcul du sex-ratio humain à la naissance pendant trois siècles a permis de montrer des transformations historiques de la tension entre ces deux schémas conceptuels. Les rapports entre eux, tels qu'ils ont été pensés par les savants et mis en œuvre dans leurs travaux, ont connu plusieurs régimes de conditions de possibilité. Un régime *pré-queteLésien* caractérise les conceptions où ne priment ni la référence à une valeur centrale ni une analogie entre la structure de la variabilité du phénomène et celle des erreurs que sa mesure devrait comporter. Il est repérable dans les travaux de la seconde moitié du XVIIIe siècle et ceux du début du siècle suivant. Le régime à proprement parler *quetelésien* est mieux connu. Il caractérise tout particulièrement pendant la seconde moitié du XIXe siècle, mais encore bien après, l'activité des savants gouvernée par la normalisation des observations selon la théorie de la moyenne et des erreurs formulée par Quetelet et portée par l'essor des institutions statistiques européennes[84]. On peut parler ici d'une entreprise quetelésienne de *moyennisation* du monde observé : c'est-à-dire de normalisation selon la théorie des erreurs d'observation de Quetelet des procédures de collecte des informations numériques. L'institution qui a porté cette entreprise collective fut le congrès international de statistique (1853-1878).

La plupart des savants après Adolphe Quetelet (1786-1874) ont raisonné comme lui, mais sur des matériaux dont ils rejetaient l'homogénéité admise par leur prédécesseur : le raisonnement par la moyenne ne visait plus dès lors l'homme moyen, mais des différences attribuées par hypothèse à des groupes préexistants et par exemple – c'est le cas le plus connu – à des races hypothétiques dans l'anthropologie physique de Paul Broca (1824-1880). On peut qualifier de régime *para-quetelésien*, les conditions de possibilité de ces formes ultérieures de raisonnement repérables dans les travaux d'auteurs aussi différents que Charles Darwin (1809-1882), Francis Galton (1822-1911), Wilhelm Lexis (1837-1914), Émile Durkheim (1858-1917) ou Corrado Gini (1884-1965),

83. Je résume ici la conclusion de Brian et Jaisson [2007a] relative à l'histoire des statistiques et calcul des probabilités, p. 183-185.

84. Plusieurs historiens avaient constaté que les années 1840 marquaient un tournant dans l'histoire des formes manifestées par le raisonnement statistique : Porter [1986], Daston [1988], Hacking [1990].

auxquels il conviendrait d'ajouter Léon Walras (1834-1910) et Vilfredo Pareto (1848-1923), si l'on songe au raisonnement économique. Dans ces conditions, en régime pré-quetelésien, la distinction entre les schémas probabilistes et statistiques n'a pas grand sens. En régime quetelésien, ces schémas sont fusionnés dans une même doctrine. En régime para-quetelésien, on peut percevoir une tension d'ordre épistémologique entre eux dans les textes des savants les plus attentifs [85].

Au cours d'une autre étude menée en parallèle, cette analyse a conduit à repérer une demi-douzaine d'éléments de construction qui paraissent devoir résister à trois siècles de critiques accumulées, puis à *reconstruire l'objet* de telle sorte qu'un modèle finalement assez simple rende compte de la variabilité observée de longue haleine, mais aussi récemment, pour la proportion des naissances des deux sexes notamment en Chine, au Mexique, au Japon comme en France [86]. L'une des conclusions de cette enquête est la caractérisation d'une conception stochastique de la sociologie pour laquelle les phénomènes de reconnaissance symbolique (« garçon ou fille ? ») apparaissent comme des réponses collectives à l'incertitude objective propre au phénomène considéré (le sexe de chaque naissance se joue objectivement à peu près à pile ou face). C'est par cette voie qu'on peut se dégager effectivement de l'emprise positiviste qui caractérisait l'objectivisme statistique aux yeux de Bourdieu, et cela sans perdre pour autant le vif des tensions propres aux phénomènes sociaux.

> Usant d'un langage souvent réservé à d'autres sciences, on peut dire ici qu'une sociologie stochastique offre un élargissement de la théorie durkheimienne au prix d'une requalification du fait social qui l'arrache à son positivisme inaugural [87].

Parallèlement à cette enquête sur les fondements stochastiques de la sociologie, j'ai cherché à explorer une question analogue dans le cas des sciences économiques. Il y a une dizaine d'années, j'imaginais un projet parallèle fait d'une déconstruction historique et suivi d'une reconstruction contrôlée. Dans le cas de la régularité des faits sociaux, on disposait d'un indice simple : la proportion des deux sexes à la naissance [88]. Mais dans celui de l'incertitude économique, c'est l'ensemble des procédures de calcul qui est en jeu, non pas seulement un ou deux indices élémentaires. Et si, pour le sex-ratio, une enquête circonscrite de cette manière mettait tout de même en branle des rapports changeants au fil de trois siècles entre sociologie, biologie et mathématiques, on devine qu'il n'est

85. Il est raisonnable de considérer un régime *post-quetelésien* que caractériserait la distinction radicale, dans les méthodes techniques, du traitement des erreurs et de celui de l'incertitude et la prise en considération du fondement stochastique des phénomènes étudiés. Le développement de la stochastique mathématique depuis les années 1920 offre ici une vaste panoplie. C'est sans doute dans la finance mathématique et dans l'analyse mathématique des systèmes dits complexes que les travaux sont aujourd'hui les plus avancés.

86. Brian et Jaisson [2007b].

87. Brian et Jaisson [2007b], p. 229.

88. Aussi étrange que cela puisse paraître de prime abord, chez Durkheim son homologue était le taux de suicide. Voir Jaisson [2007].

pas possible de traiter de la même manière le corpus des méthodes de calcul économique dont les analyses historiques, qui plus est, ne cessent de s'enrichir.

Un autre constat a favorisé une démarche pour ainsi dire orthogonale (plus précisément non pas diachronique mais synchronique), mais non moins favorable. Depuis quelques décennies le calcul mathématique du probable pratiqué en économie et celui mis en œuvre dans la finance mathématique reposent sur des techniques passablement différentes : le plus souvent le raisonnement différentiel issu des sciences mathématiques et physiques des ingénieurs du côté de l'économie ; l'analyse des processus stochastiques (au sens mathématique du mot) en finance – étant entendu que les deux domaines comportent des zones de recouvrement. Or la manière dont on traite l'incertitude par le calcul, ici et là, n'est pas la même.

Les années de dialogue avec mon collègue Christian Walter m'ont procuré le moyen de prolonger l'enquête de ce côté. Il a fallu tout d'abord dénouer, dans les conceptions de l'incertitude, ce qui était différemment pris en considération par la théorie financière, par l'économie, par les sciences sociales et par les mathématiques du probable. Un programme de travail s'en est suivi qui a abouti en premier lieu à un recueil collectif sur les différentes conceptions de la valeur fondamentale ; il en sera question plus particulièrement au chapitre 4, ci-après [89].

Je retiens de ces apprentissages multiples et de cet itinéraire une idée : il ne faut rien perdre des exigences scientifiques issues de disciplines différentes (ici la sociologie, les mathématiques et l'histoire), mais assumer, par le choix des objets et celui des procédés d'exposition, les tensions entre elles. Assurément cela conduit à des publications atypiques, mais qu'importe face aux exigences de la construction des objets et aux savoir-faire des métiers savants concernés. C'est sans doute le prix à payer face à la dispersion des fragments théoriques, techniques ou pratiques, à leurs remaniements incessants au fil de l'histoire longue du calcul et à leur inégale répartition sur le spectre des disciplines au moment où le compte rendu des recherches est donné à lire, voire plus tard.

89. Walter et Brian [2007a]. Christian Walter projette de publier d'autres ouvrages, qui, comme celui-ci pour ma part, s'articuleront en partie avec ce premier élément.

Chapitre 2

Quatre modalités de l'incertitude

Au chapitre précédent on a vu que, pendant les années 1930, les continuateurs les plus productifs du fondateur français de la sociologie – Mauss, Simiand, Halbwachs – ont reformulé, chacun à leur manière, le concept durkheimien de fait social et sa caractéristique, la coercition qu'exerce sur le sujet (sur l'agent) le reste du monde, au moyen des notions d'*attente*, d'*escompte du futur* ou de *probabilités*. Il ne s'agissait pas à proprement parler de sociologie stochastique, au sens où je crois aujourd'hui possible de construire une telle sociologie sur l'hypothèse que les phénomènes sociaux seraient nécessairement incertains et que les agents, par leurs actions, ne viseraient que la probabilité de leurs buts et non pas effectivement ces buts eux-mêmes[1]. Toutefois ces trois révisions internes ouvraient autant de brèches dans le déterminisme strictement durkheimien. Plus récemment la sociologie de Bourdieu a offert un remaniement profond de la théorie sociologique qui a placé au fondement de l'expérience de chacun la tension entre les espérances subjectives et ses chances objectives (voir le tableau 2.1, p. 30).

Or il apparaît à la réflexion pertinent de remanier une fois de plus la tradition sociologique en tenant compte de ce que, dans le monde social, tant les espérances subjectives que les chances objectives connaissent des formes de *consolidation* propres à chacune de ces deux dimensions. Le point fondamental chez Bourdieu est la tension entre elles. Il est possible de la conserver en veillant à ne pas confondre deux choses : d'une part les modalités de l'objectivation collective des chances objectives, c'est-à-dire les efforts de pans entiers de la société pour connaître ces chances par diverses méthodes savantes, techniques, routinières ou singulières (bref ce qu'étudieraient une épistémologie, une sociologie ou une histoire des théories, des techniques et des pratiques de leur

1. Condorcet raisonnait ainsi, mais il ne disposait pas (quoiqu'il en ait envisagé certains éléments) des instruments d'objectivation qui sont aujourd'hui à portée de main. Voir Condorcet [2004], Brian [1994] et Brian et Jaisson [2007a] et [2007b].

Tableau 2.1 : les deux dimensions de l'expérience temporelle chez Bourdieu.

Dimensions de l'expérience temporelle		
Agent	*vs*	Phénomène
Espérances subjectives		Chances objectives
Pratique (habitus)	$\longleftarrow$	
	$\longrightarrow$	Objectivation (calculs)

calcul) ; et d'autre part les formes propres à la perception et à l'expression des espérances subjectives (cette fois les systèmes de représentations intériorisés, objet d'études ethnologiques ou cognitives).

Ainsi la proposition de cet ouvrage consiste à distinguer d'une part les espérances subjectives et les chances objectives en les considérant, après Bourdieu, comme les deux dimensions constitutives de l'expérience temporelle, et d'autre part les modalités de la consolidation de ces chances selon l'une ou l'autre de ces deux dimensions [2]. Il s'agit donc de distinguer d'un côté un principe d'incertitude et de l'autre le principe de sa consolidation, dans les usages ou bien dans les calculs. Cela conduit à mieux qualifier les chances et leur objectivation, l'incertitude elle-même et la probabilité qu'elle offre à l'esprit ou au raisonnement. Le tableau 2.2, ci-contre, ébauche cette proposition.

On dispose à ce point d'une construction abstraite issue de la discussion critique de travaux sociologiques antérieurs. Elle appelle de plus amples développements : il faut maintenant l'articuler avec d'autres éléments issus d'approches plus familières aux mathématiciens, aux économistes ou aux philosophes afin de rendre plus tangible sa portée (c'est l'objet de ce deuxième chapitre), avant d'indiquer par quelle voie particulière elle rejoint les calculs économiques et financiers (ce sera celui du chapitre suivant).

Les noms de Laplace, de Cournot, de Poincaré ou de Borel viennent à l'esprit à juste raison dès qu'il s'agit de hasard, d'incertitude et de calcul des probabilités [3]. On revient sans cesse vers de tels ouvrages. Mais l'exemple des discussions qu'a occasionné le développement de la mécanique quantique depuis un siècle est assez décourageant après tant de malentendus sur ces matières. On ne réglera donc pas la question en quelques pages. Cela d'autant plus que mon but ici est un compte rendu d'explorations empiriques et épistémologiques

2. La combinaison de ces deux hypothèses (tableau 2.2, ci-contre) relève, comme celle de Bourdieu (tableau 2.1, ci-dessus), de l'ontologie du devenir (Fagot-Largeault [2006-2009]), si ce n'est qu'il s'agit dans les deux cas d'une ontologie sociale. D'autres voies sont possibles en sociologie, telle celle empruntée par Searle [1970]. Mais, à la différence de celle-ci, celles-là pensent le fait social *sub specie durationis*. Pour dénouer cette intrigue où la métaphysique de la sociologie rencontre, impromptue, l'injonction bergsonienne, il faut en passer une fois de plus par Halbwachs et par sa dette critique à l'égard de Henri Bergson (1859-1941). Voir Jaisson [2008].

3. Laplace [1814], Cournot [1843], Poincaré [1902], Borel [1914].

Tableau 2.2 : quatre modalités de l'incertitude.

		Dimensions de l'expérience temporelle		
		Agent (α)	*vs*	Phénomène (Φ)
Consolidation	Incertitude	Incertitude subjective		Incertitude propre au phénomène
	↓	↓		↓
	Probabilités	habitus, estime, ou calcul	← →	Objectivation du phénomène

conduites sur une matière financière et économique qui émerge à peine en tant que telle dans la sphère de la philosophie, quand elle n'y est simplement pas ignorée. Ce sont là des questions d'argent, odieuses pour les uns, définitivement scellées par des considérations pragmatiques pour les autres. Mais les préjugés et les frontières bougent, et on doit s'attendre, du fait des répercutions de la crise financière et économique de la fin des années 2000 à ce que les tentatives se multiplient [4].

On l'a dit, l'état des connaissances sur la question est fragmenté et recyclé à des rythmes différents dans les diverses branches des disciplines contemporaines. En voici deux exemples qui n'ont pas lieu de suggérer que les positions défendues par les auteurs en question soient pour autant négligeables.

Après la Seconde Guerre mondiale, pendant des décennies, l'épistémologie de l'économie s'est faite au moyen d'éléments de la théorie poppérienne de la science [5]. Une réflexion actuelle très systématique à propos de l'épistémologie des sciences sociales a été menée selon l'hypothèse d'une partition de ces sciences entre un régime poppérien et un autre, non poppérien [6]. Or, on l'a vu, la compréhension des phénomènes économiques et financiers paraît devoir mobiliser conjointement des modèles formels attestés en économie ou en finance et des constats tirés d'enquêtes sociologiques, anthropologiques ou historiographiques.

4. Trois ouvrages récents donnent déjà un état de la réflexion épistémologique en économie : un repérage général chez Berthoud, Delmas et Demals [2007] ; une réévaluation de l'œuvre de Cournot chez Touffut [2007]) ; une approche critique chez Parthenay [2008].

5. Il est pertinent de s'interroger sur la place qu'occupe le modèle de la physique chez Karl Popper (1902-1994) ou chez les économistes qui s'y réfèrent. Voir *Revue de synthèse*, n° 1, 1993.

6. Passeron [1991], puis [2006].

Comment faire ? Faut-il ne s'en tenir qu'à l'un ou bien à l'autre des deux régimes épistémologiques repérés par Passeron[7] ? Sans doute non, car, dans la suite, il sera par exemple question de l'intrication, dans les faits étudiés eux-mêmes, entre des calculs et des institutions.

Second exemple. Il est en sciences sociales et en philosophie une dérive fréquente, celle du constructivisme social qui consiste à ériger en absolu la nécessité des conditions sociales de possibilité de la connaissance[8]. Pour y répondre, on a récemment réévalué l'épistémologie du fondateur français de la sociologie en mettant pertinemment en évidence son réalisme philosophique, c'est-à-dire le postulat durkheimien du caractère effectif des faits sociaux et la théorie de la connaissance qui en découle, autant de choses que les remaniements de Simiand, de Mauss, de Halbwachs ou de Bourdieu consistaient à préserver, comme c'est le cas pour celui proposé ici même. On a ensuite discuté la transmission sélective de ce réalisme jusqu'aux travaux récents. Ce constat est triplement important : il aide à mieux faire saisir l'agenda de la tradition sociologique durkheimo-bourdieusienne ; il fait voir certains filtres de la transmission de cette méthode et de ses dérivés ; enfin il fait écarter des lieux communs périlleux[9].

Mais on découvre un témoignage d'Anne W. Rawls elle-même, l'auteur qui a réévalué la théorie durkheimienne, au hasard des discussions : « il m'est objecté que le Durkheim des méthodes statistiques “objectives” ne peut pas être intégré dans mes analyses. Cela va de soi[10]. » Le trait laisse perplexe. Il convainc qu'on serait bien en peine d'aller chercher dans cette voie pour notre propos.

Ce chapitre ne visera donc pas à livrer un catalogue raisonné des conceptions possibles de l'incertitude sociale et économique, ni le plan de ce labyrinthe, mais à esquisser et à expliquer comment poser la question dans la suite de la proposition faite au chapitre précédent.

2.1 De l'agent au phénomène

Je reviens au tableau des quatre modalités de l'incertitude (tableau 2.2, p. 31). La distinction entre l'expérience subjective du temps et l'objectivité du devenir s'exprime aisément en distinguant d'une part le point de vue de l'agent et d'autre part ce qui relève de la cohérence du phénomène auquel il est confronté. Sur la figure 2.1, ci-contre, c'est l'agent α face au phénomène Φ.

7. Pour l'exploration de cette ligne de partage du point de vue empirique, voir Gérard-Varet et Passeron [1995] ; sous l'angle narratif, voir Grenier, Grignon et Menger [2001] ; le départ entre sciences sociales et sciences de la nature est réexaminé dans Grignon et Kordon [2009] ; pour un état des lieux collectif de l'épistémologie des sciences sociales, voir Berthelot [2001].

8. Pour une mise au point : Hacking [1999].

9. Voir Rawls [1996]. Cet article a nourri un débat aux États-Unis qui a récemment été transposé en France dans De Fornel et Lemieux [2007]. L'ensemble de ces textes illustre mon propos ici. Malheureusement, dans le dossier publié en 2007, le va-et-vient entre « nature » et « réalité » fait parfois craindre le retour d'anciennes discussions sur le nominalisme.

10. Rawls [2007], p. 141-142.

Pourquoi employer une telle figure que je vais développer dans les pages suivantes ? Pour éviter qu'au fil du propos ne soient perdus de vue les lieux où la question de l'incertitude paraît devoir être posée, et pour faciliter, une fois le schéma final engendré, un repérage des ambiguïtés qu'un exposé littéral, seul, ne manquerait pas de faire naître.

De quoi ces figures seront-elles faites ? D'éléments mnémotechniques : une lettre pour marquer le point de vue de l'agent, une image stylisée du monde économique, l'évocation d'une distribution de probabilité. Les positions relatives de ces éléments seront de même des procédés mnémotechniques. Elles suggèreront des éléments de syntaxe : une symétrie, une inversion, une position intermédiaire. Est-il légitime de procéder ainsi ? Condorcet et Neurath l'ont fait pour des raisons comparables aux miennes[11]. C'est ici la structure du schéma qui importe. Il faut tout d'abord la dégager. Dans la section suivante, ce genre de schémas fera voir où et comment se logent l'incertitude et les calculs qu'elle autorise. Je les emploierai tout au long du livre afin de préciser les points acquis de loin en loin.

La représentation du point de vue de l'agent, figure 2.1, ci-dessous, est traditionnellement construite sur une métaphore visuelle. La posture stylisée par la flèche gouverne nombre d'idéalisations de l'*homo oeconomicus* face au monde qu'il considère et où il agit, du joueur devant le coup à jouer, du philosophe qui délibère, intérieurement, face à deux issues semblables, chacune ouvrant ou bien sur l'erreur ou bien sur la vérité.

Figure 2.1 : schéma simple agent/phénomène.

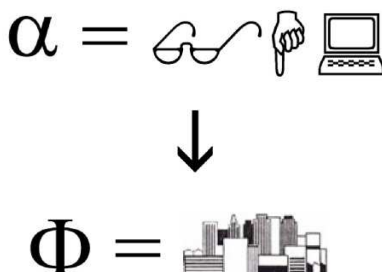


Mais on sait depuis longtemps que le simple de cette image est trompeur. Qu'on l'aborde par la critique philosophique, les sciences cognitives ou la sociologie, il est entendu qu'un agent appréhende le monde au moyen d'outillages mentaux, de schèmes cognitifs ou de systèmes de représentations (dans ce dernier cas, c'est le vocabulaire sociologique). La métaphore des lunettes évoque classiquement ces variantes des préconditions de l'appréhension et de la conception des phénomènes.

Mais il faut aussi suggérer, ici au moyen d'un doigt pointé, que l'action oriente cette perception. De plus, on ne peut sous-estimer que cette perception et cette action sont outillées de manière plus sophistiquée qu'on ne l'imagine souvent dans les exemples stylisés des manuels. C'est le symbole de l'ordinateur qui sert maintenant d'aide-mémoire. Voici donc, figure 2.2, p. 34, un agent plus étoffé qu'au schéma précédent : un *trader* à son *desk* par exemple.

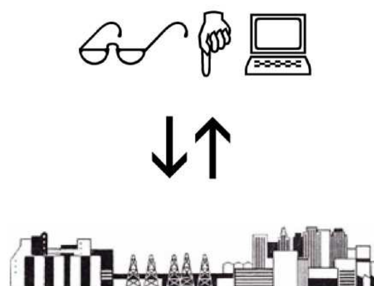
11. Condorcet, [2004], *Essai d'une langue universelle*, p. 947-1029, voir Brian [2006] ; Neurath [1936], Nemeth [2003]. Condorcet comme Neurath avaient à l'esprit les hiéroglyphes égyptiens. D'une manière générale, il est pertinent de recourir aux diagrammes dans l'exercice épistémologique, voir Alunni [2004] ou Braffort [2009].

Figure 2.2 : schéma hiéroglyphique.



L'évocation d'une grande ville des années 1930 aux États-Unis – empruntée à l'iconographie de la méthode viennoise d'Otto Neurath[12] – rappelle que les phénomènes dont il s'agit sont ceux qu'on perçoit du monde de l'économie et des finances.

Figure 2.3 : révision du schéma précédent.



Mais ne figurer qu'une flèche orientée depuis l'agent vers le phénomène, c'est de même un peu simple. La double flèche de la figure 2.3, ci-dessus, évoque ces tensions[13]. En effet, la perception de l'agent, son action, l'appareillage technique dont il est entouré, tout cela provient du monde considéré, informe et transforme l'agent. Qui plus est, ce monde lui-même n'est pas réduit au

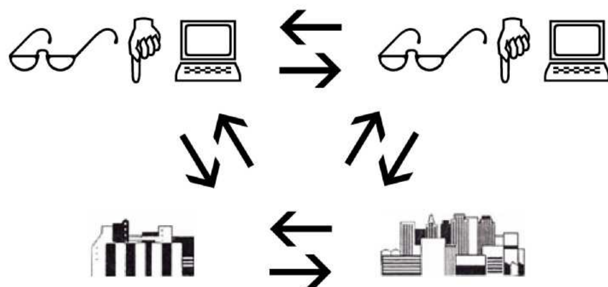
12. C'est un détail de la pl. 56 (*Parc automobile mondial*, 1914-1928) du recueil *Gesellschaft und Wirtschaft. Bildstatistiches Elementarwerk*, Leipzig [1930] ; les isotypes étaient dessinés par Gerd Arntz (1900-1988). L'historien Lucien Febvre a commenté ce volume dans les *Annales* en 1931 et l'a pris pour modèle, en 1932, pour le projet d'*Encyclopédie française* (cf. p. 10 • 81-15 ici et pl. 29, là).

13. Au tableau 2.1, p. 30, l'abréviation « *vs* » remplissait la même fonction, comme les mots « tension(s) », « opposition(s) », ou « distinction(s) » dans mon commentaire.

desk, ni à la salle de marché, voire au petit monde des finances : l'information qui atteint l'agent provient de tout le spectre de l'activité économique. Ainsi, toujours figure 2.3, la ville stylisée – emblème du monde moderne – est étendue au-delà du centre financier jusqu'aux usines.

On ne peut ignorer non plus que l'agent n'est pas seul au monde : les interactions – voire les conflits – entre lui-même et ses homologues importent. De là provient la figure 2.4, ci-dessous, qui décrit un périmètre sur lequel il est facile de s'entendre dans la littérature contemporaine en sociologie économique : quand, par ellipse, on parle d'agent économique face aux phénomènes qu'il prend en considération, on évoque en fait une diversité d'agents en interaction ou en conflit qui font ensemble face à un monde où règne un certain état de la division du travail entre les tâches de production, de commerce et de finance, monde lui-même parcouru de tensions, que les agents peuvent percevoir diversement [14].

Figure 2.4 : interactions et division du travail.



Pour autant que l'on considère ce tableau acceptable, un kyrielle de divergences apparaissent rapidement d'une discipline à une autre dès qu'on cherche à rendre compte plus précisément de ce qui est ébauché par des flèches sur les figures 2.1 et 2.4. La boîte de Pandore de l'information économique en est un bon exemple : est-elle tout entière portée par les prix ? Est-elle faite de marques en tous genres qui sont autant de garanties de qualité ? Est-elle portée implicitement par le circuit commercial, tel bien n'atteignant que tel segment du marché ? Économistes, sociologues, historiens de l'économie, cognitivistes, spécialistes des technologies de l'information, tous construisent à partir de ce point leurs objets à leur manière, multipliant les variantes dans chaque spécialité. Il n'y a rien à redire là-dessus.

14. Voir principalement Godechot [2001] et [2007], Jérôme Bourdieu, Heilbron et Reynaud [2003], Knorr Cetina et Preda [2005], Mac Kenzie [2006], Muniesa et Callon [2008].

Songeons au coût d'une transaction. Ce peut être à l'issue d'une âpre négociation entre deux protagonistes aussi puissants l'un que l'autre, ou bien conformément à un tarif établi et publié. Il y a, entre les deux cas de figure, mille intermédiaires où par exemple le vendeur donnera à la vente l'apparence d'une transaction équitable alors que l'acheteur n'a pas vraiment le choix, où – mais c'est plus rare – l'acheteur veillera à sauver les apparences d'une transaction équitable pour s'assurer qu'il fera l'acquisition sans s'aliéner un vendeur malheureux. Chaque discipline a sa manière de traiter la chose. Il est clair toutefois que la confiance placée dans l'interlocuteur, la qualité du produit, la stabilité des conditions de l'échange sont autant de lieux où règne un certain degré d'incertitude. *A priori* tout peut changer dans chacun de ces registres. L'accomplissement de la transaction procède de l'établissement d'un certain niveau de sa prévisibilité, cela chez chacun des protagonistes, l'illusion dût-elle se dissiper sitôt l'affaire faite.

Autant la théorie économique conduit à focaliser l'attention sur la perspective de l'agent au moment de son action, quitte à habiller l'environnement de sa décision de fragments de conditions institutionnelles ou informationnelles, autant l'anthropologie et la sociologie font comprendre qu'à chaque transaction c'est l'ordre du monde qui est en jeu[15]. Il ne s'agit pas de dire que le monde concret changerait effectivement tout à coup, mais que l'ordre symbolique de son système de représentation est en jeu parmi les protagonistes. La transaction aura sans doute quelque effet sur le monde concret. Elle avait plus ou moins été cherchée en vue de ce changement. Mais pour en rester au moment où le prix est établi, c'est sur le potentiel et non sur l'actuel que les changements opèrent, ce que chacun perçoit de manière symbolique (ce sont les attentes de Mauss). L'économiste est en droit de répondre qu'à ce point on s'égare... que son rôle se borne à définir des conditions justes pour la transaction, ou même de s'en tenir à en indiquer la logique, cela sans spéculer sur la part qu'occupe l'ordre du monde dans les systèmes de représentations des agents. Si ce n'est qu'au moment de préciser dans le calcul l'utilité d'un bien, il faudra bien réduire à une portion plus ou moins congrue le référent de cette utilité ou bien alors prendre au sérieux que l'ordre symbolique du monde est chaque fois en jeu chez l'agent, ce que rappelle l'exemple des conduites ostentatoires et ruineuses.

2.2 L'incertitude subjective

Au premier abord on serait tenté d'introduire l'incertitude en pondérant la valeur établie du bien considérée par la probabilité des différentes issues de la transaction telles que peuvent les considérer chacun des protagonistes. C'est le principe de l'application de la théorie des jeux au calcul économique. Elle offre des résultats tangibles. Mais je ne peux adopter ce cadre de raisonnement, car il impose l'analogie entre le calcul des probabilités et le modèle du jeu de

15. L'*Essai sur le don* de Marcel Mauss [1925] a été le point de départ de ce type d'analyses ; pour un bilan récent, voir l'introduction de Florence Weber à la réédition de 2007.

hasard dont on a vu au chapitre précédent qu'elle avait été propre au calcul classique des probabilités et à l'encontre duquel, précisément, les conceptions analytiques puis axiomatiques de ce calcul ont été formées.

Aussi commode que soit l'analogie, elle escamote la difficulté en imposant une forme à la mesure de l'incertitude qui n'est pas nécessairement celle qu'autoriseraient d'autres développements du calcul des probabilités. La question touche par exemple la comparabilité des valeurs du bien au moment de la décision, V_t, et après l'action, V_{t+1}. Au moment de la décision, t, l'agent peut considérer qu'il connaît V_t, mais il est certain qu'il ne peut connaître V_{t+1}. Puisqu'il s'agit de raisonner du point de vue mathématique, quelle est alors la structure proprement mathématique qui permet de passer de t à $t+1$? De même, comment de t à $t+1$ conserve-t-on les propriétés de la variable V ? On conçoit aisément que l'incrémentation « $+1$ » est commode, mais bien elliptique du point de vue mathématique. Même chose à propos de la transformation de la distribution des probabilités entre les deux temps. Autant de questions que touchaient les objections de principe émises par D'Alembert dès 1754 quand il distinguait la « physique » et la « mathématique » du phénomène[16].

Le géomètre considérait que l'analogie entre action humaine et jeu de hasard forgeait une abstraction trop simple dans l'état du calcul connu en son temps. Quelques décennies plus tard, Condorcet a repris la question et lui a répondu en s'interrogeant sur la règle de calcul de l'espérance mathématique et sur la manière dont le calcul construisait un rapport entre le passé et le futur[17]. Autant de choses que la panoplie mathématique du XX[e] siècle permet d'exprimer sans simplisme, et en offrant la possibilité de contrôles formels rigoureux.

Partir de l'analogie avec le jeu de hasard réduit donc considérablement la latitude du mathématicien, et par suite celle de l'épistémologue ou celle du sociologue. À ce point précis une fracture entre ce qui va devenir la théorie économique actuelle et ce que sont aujourd'hui les mathématiques financières s'est sans doute amorcée, les secondes étant parties de constructions formelles issues d'un calcul des probabilités plus récent[18].

Mais il est vrai que le jeu de pile ou face garde des vertus heuristiques ou didactiques quel que soit le degré d'élaboration de la théorie mathématique. Il en va de même pour le recours à la théorie des jeux dans la théorie économique : l'analogie, par la vertu de la simplification, conduit à penser et à agir *comme* s'il s'agissait d'un parti à prendre en supposant ce qu'on aurait tant à gagner ou tant à perdre, cas par cas. Que la simplification puisse être satisfaisante du point de vue pragmatique mérite l'attention, non pour justifier qu'on devrait s'en contenter, mais pour mesurer qu'il y a là un nouveau fait

16. Ce sont ses propres termes.

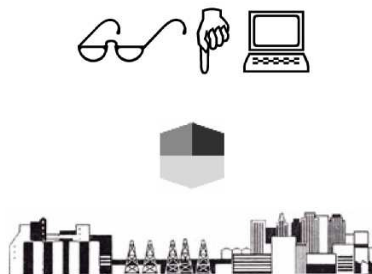
17. Condorcet [1784-1787], notamment les mémoires intitulés « Réflexions sur la règle générale qui prescrit de prendre pour valeur d'un événement incertain, la probabilité de cet événement, multipliée par la valeur de l'événement en lui-même » et « Réflexions sur la méthode de déterminer la probabilité des événements futurs, d'après l'observation des événements passés ». Ces articles sont commentés dans Condorcet [1994] et Brian [1994].

18. Voir dès la fin des années 1990 : Biais, Björk, Cvitanic, El Karoui, Jouini et Rochet [1997], Pliska [1997], Karatzas et Shreve [1998]. Voir aussi la revue *Finance and Stochastics*.

d'ordre épistémologique : l'analogie avec un jeu offre des résultats possiblement satisfaisants, qu'on pourrait admettre comme en première approximation. Une condition nécessaire de leur validité est que l'horizon de l'agent soit assez restreint pour qu'il n'ait pas à craindre que tout l'ordre du monde soit en jeu à chaque décision (quand bien même le croirait-il[19]).

Faute de recourir à l'analogie avec le jeu et à ses implicites, j'indique à la figure 2.5, ci-dessous, sans toutefois encore y préciser un lieu pour l'incertitude, ce vaste système de relations entre les agents et les phénomènes en utilisant un signe médiateur entre les uns et les autres qui suggérera l'interdépendance de tous et une possible polarisation des tensions entre les agents, l'image du monde économique empruntée à Neurath suffisant à faire voir son hétérogénéité.

Figure 2.5 : schéma synthétique.



Le bloc compact au centre, grisé diversement, évoque des flux structurés d'information et d'action entre les deux strates considérées, c'est-à-dire où l'on saurait dégager des éléments de cohérence. Cette proposition minimale n'impose pas d'indiquer à l'avance les formes de telles structures, objets de discussions en anthropologie et en sociologie.

À ce point, il est temps de se débarrasser du kit de l'agent tel que je l'ai représenté jusqu'ici. Ce dont il est question du côté du phénomène, c'est de la division du travail économique, des tensions qu'elle comporte et de la diversité des apparences qu'elle procure. Or j'ai déjà indiqué qu'il importait de considérer les compétences des agents, y compris leurs compétences plus ou moins spécialisées et scientifiques, comme liées entre elles par une division sociale du travail de connaissance, susceptible de transformations historiques et dépendante de conditions matérielles, institutionnelles et techniques[20].

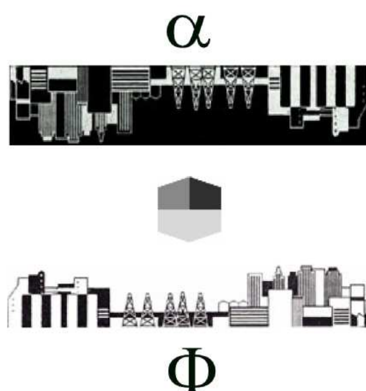
Dans ces conditions, il est plus juste de figurer dans la partie haute du graphique une image assez semblable au monde dans lequel les agents opèrent afin

19. Ce constat épistémologique conduit à considérer les jeux de tous ordres non comme un modèle au sens scientifique contemporain, mais comme une technologie d'apprentissage social à vocation praxéologique, réflexion que recoupent toutes sortes d'études sur l'histoire des jeux ou l'ethnologie de l'initiation.

20. Brian [1994] et le chapitre précédent.

de rappeler que le système de représentation qu'ils partagent a quelque chose à voir avec le monde dans lequel ils opèrent. C'est la raison à la figure 2.6, ci-dessous, de l'image du monde inversée et passée en négatif. Ce double procédé vise à mettre en garde contre des hypothèses trop courtes sur l'analogie des deux morphologies, celle du monde social et celle des systèmes de représentations, tout en évoquant que l'anthropologie et la sociologie enregistrent depuis longtemps des inversions de sens entre des structures inscrites dans le monde extérieur et leurs pendants dans les systèmes de représentations intériorisées par les agents[21].

Figure 2.6 : double division du travail.



Je reviens à la figure 2.5, ci-contre, pour y marquer les lieux où l'incertitude peut être prise en compte. L'entrée par la théorie des jeux fait renouer – mais, on l'a vu, de manière critique, – avec celle des fondateurs des mathématiques sociales de la décision, Pascal et Condorcet[22]. En considérant la connaissance que peut mobiliser l'agent, figuré ligne (1) à la figure 2.7, p. 40, et dont on a vu qu'il n'était pas isolé mais formé et situé, on parle depuis longtemps déjà de *probabilité subjective*. La formule a été amplement discutée[23].

21. Voir par exemple, Bourdieu [1972].

22. Pascal [1654], Condorcet [1785]. Guilbaud [1952] avait appelé l'attention des économistes sur ces antécédents après la publication d'Arrow [1951]. L'analyse des travaux de Condorcet n'a cessé d'être approfondie depuis : Granger [1956], plusieurs colloques entre 1988 et 1994, Condorcet [1994] et [2004], Brian [1994], Mammone-Rinaldi [2008]. Le vol. 4, n° 1 du *Journal électronique d'histoire des probabilités et de la statistique* (2008) fait l'état des lieux à propos des théories mathématiques de la décision et livre une traduction anglaise complète de l'article de Guilbaud.

23. On doit à Condorcet les premiers éléments à ce sujet. Sur la distinction entre probabilité subjective et probabilité objective, voir Poincaré [1902]. La distinction provient de Cournot [1843], qui a précisé : « c'est [...] à la langue des métaphysiciens que j'ai emprunté sans scrupule les deux épithètes d'*objective* et de *subjective* qui m'étaient nécessaires pour distinguer radicalement les deux acceptions du terme de probabilité auxquelles s'appliquent les combinaisons du calcul » (p. v). À ce sujet, et sur les discussions ainsi ouvertes, voir Martin [1996].

Figure 2.7 : agent et probabilité subjective.



Ici même, et à la suite de la proposition discutée au chapitre précédent, « probabilité subjective » touche ce à quoi songeaient Pascal, Condorcet ou Laplace : l'agent, c'est-à-dire pour ces trois auteurs l'homme raisonnable, et pour un économiste aujourd'hui celui dont la rationalité est susceptible d'être soumise à l'épreuve du calcul. Condorcet aurait écrit « le motif de croire », laissant dans l'implicite qu'il s'agit d'un agent éclairé par la raison. Les promoteurs du calcul des probabilités, en effet, à différentes époques ont adopté un point de vue *normatif* : ils considéraient que la science de calcul qu'ils cultivaient devait gouverner l'action de tous. Or du point de vue *descriptif*, et l'ethnologie en procure une foule d'exemples, les régularités, les comparaisons, les estimes, voire les calculs des agents n'ont que rarement la forme attendues par les mathématiciens [24]. C'est à ce point précis que songeait sans doute Bourdieu quand il écrivait que le calcul des probabilités s'était formé à l'encontre des pratiques [25].

Mais, Mauss l'indiquait, les attentes, les gestes et l'attirail d'opérations concrètes et mentales qu'elles présupposent, ne sont pas exclusifs de formes de calculs. La seule différence réside dans *le degré de contrôle rationnel* engagé dans l'établissement du calcul, domaine où Condorcet et Poincaré furent assurément parmi les plus grands experts. Si bien que, d'un point de vue descriptif, il faut élargir l'expression « probabilité subjective » en lui attribuant toute forme d'expression ou d'estime des attentes, c'est-à-dire la probabilité considérée du point de vue de l'agent. Par suite, Poincaré désignait une probabilité subjective rationnellement contrôlée.

Toute action, parce qu'elle est gouvernée par des attentes, est ainsi fondée sur une probabilité subjective, au sens descriptif qui vient d'être indiqué, dont il est possible qu'elle soit plus ou moins savamment élaborée, jusqu'à atteindre, dans le cas le plus strict, la probabilité subjective au sens normatif de Poincaré. À la figure 2.7, ci-dessus, c'est la ligne marquée (2). Le schéma hiéroglyphique suggère que cela a quelque rapport avec la représentation d'une distribution de probabilité.

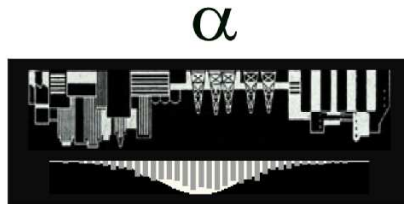
24. Après Lévy-Bruhl [1903], la sociologie est prudente à l'égard de l'action normative qu'on pourrait associer à la science – cela vaut aussi par voie de conséquence aujourd'hui pour les sciences sociales. Cette difficulté éclaire les pages que Poincaré et Borel ont consacrées aux probabilités subjectives et objectives, du point de vue du calculateur comme du point de vue du joueur. En économie, plus récemment, Roger Guesnerie s'est attaché à distinguer systématiquement le point de vue descriptif de la théorie économique et celui, normatif, qu'elle peut nourrir : Guesnerie [2005], [2006] pour ce qui touche aux finances.

25. Bourdieu [1963], commenté au chapitre précédent.

Faut-il craindre ici d'avoir imposé aux agents de devenir raisonnables, ce à quoi, certes, les invitaient les fondateurs du calcul, voire rationnels au sens où la théorie économique le demande aujourd'hui ? L'hypothèse que sténographie la ligne (2) n'est pas si exigeante. Il n'est pas nécessaire que les agents calculent explicitement pour qu'ils agissent selon des principes dont le calcul permet l'analyse non pas comme l'aurait fait l'agent lui-même, mais comme on le ferait après coup en mobilisant le savoir-faire de telle ou telle spécialité qui lui est étrangère. Le principe de rationalité n'est pas inscrit « dans la tête des agents » : il est seulement induit par le mouvement heuristique de ceux qui les étudient, et parfois adopté plus ou moins rigoureusement par des agents qui, au sein de la société, ont la particularité d'y prêter attention. Si bien que la sociologie, par exemple, sait rendre compte de ce que sans calcul – voire même sans y penser – un agent sait faire ce qu'il a à faire. C'est le principe du *sens pratique*[26].

D'un côté, l'économiste se donne la latitude d'expliciter par le calcul une distribution de probabilités qu'il attribue à l'agent – ou bien fait comme s'il fallait lui attribuer. Mais, par ce geste, il induit une norme de conformité au principe du calcul, ce que les auteurs classiques assumaient volontiers tant ils entendaient raisonner le commun. De l'autre, le sociologue, l'anthropologue ou l'ethnologue, tout en observant mille formes de comparaisons à la manière de Mauss, mettent en doute le fait que l'agent calcule comme un économiste et même qu'on puisse se contenter du calcul pour rendre compte de son geste et de sa cohérence. Ce faisant, ils se donnent la possibilité d'élargir de manière réaliste l'horizon de leurs enquêtes, tenant compte de la formation (sociale) de l'agent et des conditions (sociales) de l'action. Il n'est donc pas possible de poser *a priori* la frontière entre la ligne (1) et la ligne (2) de la figure 2.7, ci-contre, sans induire des hypothèses fortes sur les fonctions du calcul dans l'action. Le schéma vise ce qu'indiquait Mauss : « l'importance de la notion d'attente, d'escompte de l'avenir », non pas la forme de cette attente.

Figure 2.8 : incertitude et probabilité subjective.



C'est pourquoi à la figure 2.8, ci-dessus, l'agent et la distribution de probabilités que l'analyse pourrait lui attribuer sont dans un même bloc. Il s'agit de rappeler que la ligne de partage entre la pratique, les institutions et les calculs n'a pas à être posée arbitrairement, mais qu'elle reste à établir par des

26. Bourdieu [1972], [1979].

moyens d'enquête. Pour la même raison, il est pertinent de considérer d'abord l'*incertitude subjective*, c'est-à-dire l'état d'incertitude du sujet agissant, formé et situé, tel qu'il l'éprouve, avec ou sans l'expression de ses attentes, voire le secours d'estimes ou de calculs. Quant à l'expression *probabilité subjective*, elle perd une bonne part de ses ambiguïtés si on la réserve précisément aux estimes, aux comparaisons, voire aux calculs plus ou moins fondés que l'agent est parfois amené à rendre explicites à propos de l'action.

Chez Poincaré, la probabilité subjective n'est pas le propre du joueur, mais celui du savant qui le conseillerait. Son directeur de conscience en quelque sorte :

> [Un] joueur veut tenter un coup ; il me demande conseil. Si je le lui donne, je m'inspirerai du calcul des probabilités, mais je ne lui garantirai pas le succès. C'est là ce que j'appellerai la *probabilité subjective* [27].

L'agent, ici même, tient la place du joueur de Poincaré, non celle du savant. L'effort de Poincaré et les doutes de D'Alembert partent du même point, si ce n'est qu'entre temps la théorie mathématique des probabilités s'était considérablement renouvelée. Ce n'est pas une simple analogie entre l'agent et le joueur qui doit opérer, mais une opération abstraite dont les mathématiciens ont pour spécialité de contrôler les termes.

Mais la distinction accentuée par Poincaré entre un joueur supposé peu savant (ici même l'agent) et un véritable savant est délicate aussitôt que le calcul des probabilités est entré dans les mœurs, les usages et l'attirail du joueur, ce qui est bien le cas du joueur professionnel contemporain, mais surtout de l'agent économique informé, outillé et pour ainsi dire réglé par la théorie économique.

Il importe donc de distinguer d'une part l'incertitude subjective, d'autre part la probabilité subjective au sens large et descriptif, et enfin celle au sens normatif, si ce n'est prescriptif, considéré par Poincaré qui en offre pour ainsi dire l'asymptote rationnelle. Les voies par lesquelles l'agent va consolider, de son point de vue, cette incertitude en probabilité restent à analyser : est-ce son sens de la transaction ? La rigueur de ses critères moraux ? Le fait qu'il abandonne la décision à une routine, à un protocole, à une prothèse technique plus ou moins sophistiquée, ou au calcul lié aux travaux des mathématiciens d'hier ou d'aujourd'hui ? En d'autres termes l'incertitude subjective gouverne les attentes et donc les conditions de l'action. La probabilité subjective règle, avec les moyens du bord, leur appréciation intime et leur expression.

Voici un exemple plus familier que celui de donneur d'ordre [28] : la naissance d'un enfant est annoncée. *A priori* son sexe est incertain. Quel prénom lui donner ? On tient parfois à celui-ci, mais si c'était une fille plutôt qu'un garçon, ou l'inverse... Voilà typiquement une action (le choix d'un prénom) où l'emprise de l'*incertitude subjective* est familière. Certains, pour toutes sortes de raisons,

27. Poincaré [1902/1968], p. 195.

28. Il se trouve qu'il a procuré la matière sur laquelle s'est formé, au fil de trois siècles, le rapport du calcul des probabilités moderne aux sciences sociales, voir Brian et Jaisson [2007a].

seront convaincus que ce devrait être – que ce sera – tel sexe. D'autres aujourd'hui attendent une ou plusieurs échographies plutôt que de spéculer, indice que l'alternative n'est pas indifférente. D'autres encore choisissent deux prénoms, un pour chaque cas, réservant peut-être une préférence pour l'un d'entre eux. Chaque attente, chaque option procède du plus intime. Elle peut mobiliser des « idées toutes faites » que ruinait déjà le calcul des probabilités laplacien (par exemple qu'on appartiendrait à « une famille à filles » ou à « une famille à garçons »), comme des dispositifs sociotechniques très élaborés (une échographie prudemment commentée par un médecin par exemple, ou une base de données de prénoms disponible sur Internet, et accompagnée des fréquences de leurs usages). Autant de matière pour l'expression plus ou moins raisonnée de l'incertitude subjective.

Si maintenant un futur parent demande conseil à un médecin, à un mathématicien ou à un sociologue, que répondra-t-il, tel Poincaré ? Que chaque naissance se joue à peu près à pile ou face, si ce n'est qu'on a observé toujours un peu plus de garçons. C'est un fait établi depuis près de trois siècles. La réponse du savant relève de la rationalisation de l'expression de l'incertitude subjective dans ce que le grand mathématicien a appelé probabilité subjective. Oui, mais tout de même ! rétorquera le parent attaché à telle préférence et que trois siècles de chiffres n'impressionneront pas. « Quand même ! » : la réaction procède de l'écart, de la tension, entre deux consolidations de l'incertitude subjective, plus ou moins rationnellement construites.

Quant au calcul le plus élaboré au moyen d'une construction rationnelle, le mathématicien l'envisagerait en songeant à l'observation d'un très grand nombre de cas, considérant une binomiale de paramètre 0,512 5 (à supposer que le cas dit favorable soit la naissance d'un garçon) et dont le nombre de tirages serait de l'ordre de 800 000, c'est-à-dire approximativement le nombre annuel des naissances actuellement en France. Il dira : « C'est *comme* si vous tiriez à pile ou face mais pas équitablement : avec 51,25 % de chances d'avoir un garçon. » La probabilité subjective au sens de Poincaré offre un moyen de circonscrire au raisonnable l'incertitude subjective. Son rapport au cas individuel est de l'ordre de l'espérance raisonnée, rien de plus.

Quant au choix du prénom, il procède d'une combinaison plus ou moins rigoureuse de l'état des connaissances, ce qu'on a parfois qualifié de bricolage ou de bazar dans la littérature sociologique sur l'exercice de la rationalité économique, et qui est formé de tout ce que la société peut offrir à l'entendement des parents : en somme la matière de la probabilité subjective au sens descriptif du terme.

Une fois né, l'enfant sera inscrit à l'état civil comme un garçon ou une fille, et non pour à peu près moitié-moitié l'un et l'autre – chose qui consisterait à inscrire, après consultation de Poincaré, la probabilité subjective de son sexe antérieure à sa naissance *a priori* [29].

29. Les modalités sociales de cette inscription ne sont pas aussi simples qu'on pourrait l'imaginer de prime abord, voir Brian et Jaisson [2007b].

Avec l'inscription administrative, l'autorité sociale du discours sur le sexe de l'enfant quitte le mathématicien et va à l'officier d'état civil. Elle passe ainsi de la science à l'administration, d'un calcul à une institution. Ce faisant, l'incertitude subjective des agents (ici les parents) sur le sexe de l'enfant a radicalement changé : on s'en tiendra à ceci ou à cela, mais pas aux deux. Peut-être un nouveau savant interrogé, cette fois un médecin ou un sociologue, dira-t-il qu'il conviendrait de ne pas s'en tenir là... que l'identité sexuelle est une affaire compliquée. Il y sera sans doute peu prêté attention. Quoi qu'il en puisse être, l'état d'incertitude subjective des proches du nouveau-né a été modifié, il est devenu comme 1 ou 0. Prudemment, des spécialistes de l'identité sexuelle corrigeraient en précisant que, s'il est certain que la probabilité subjective du sexe de l'enfant n'est plus ce qu'elle était à la conception, sa nouvelle probabilité subjective n'est pas exactement, une simple affaire de « tout ou rien » [30].

2.3 L'incertitude du phénomène

Quant à l'incertitude sur le phénomène du sexe à la naissance, elle n'est pour ainsi dire pas affectée par telle naissance dont il a été question. Elle se prête aux calculs des savants, mais depuis trois siècles seulement. Antérieurement, et depuis l'Antiquité, on avait bien conjecturé sur les causes qui ferait naître l'un ou l'autre des deux sexes.

Mais c'est seulement entre la fin du XVIIe siècle et le milieu du siècle suivant que la *régularité* de la proportion des garçons et des filles parmi les nouveaux-nés a éveillé l'attention des savants. Assez vite on s'est interrogé sur le fait qu'on dénombrait toujours un peu plus de garçons que de filles parmi les naissances [31]. Par exemple en France ces temps-ci, on ne prendrait un risque de se tromper qu'inférieur à 5 % en affirmant que la part de garçons se situe entre 0,511 4 et 0,513 6. Le rapport entre le quasi-jeu de pile ou face de chaque naissance et la stabilité de ce chiffre est bien connu des mathématiciens. L'*agrégation* de près de 800 000 tirages aléatoires proches de pile ou face produit très régulièrement une proportion qu'on peut raisonnablement attendre dans cet intervalle.

Cette classe de résultat est repérée sous diverses dénominations depuis Jakob Bernoulli (1713) : on parle de tendance asymptotique de la loi binomiale ou bien, par une autre voie, de théorème central limite. L'incertitude sur la distribution des sexes à la naissance est très faible. La loi de probabilité que le calculateur peut établir sur elle est bien connue : c'est une « courbe en cloche » – une « loi de Laplace-Gauss », centrée par exemple sur 0,512 5 et offrant une dispersion que mesure un écart type de l'ordre de 0,000 5. C'est cette probabilité dont Poincaré a écrit que : « c'est là ce que j'appellerai *probabilité objective* », ajoutant aussitôt : « et c'est [le] phénomène qu'il faudrait

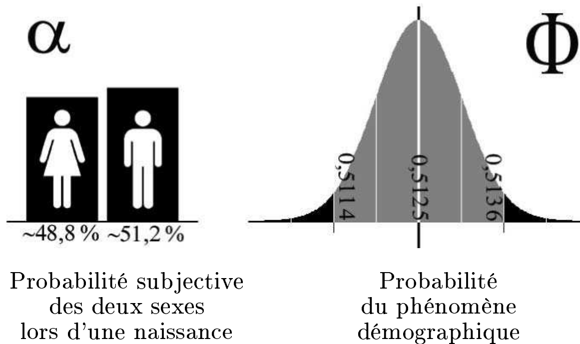
30. Théry [2007], Brian et Jaisson [2007b].

31. La question a alimenté des centaines d'études depuis lors. De nouveau, voir Brian et Jaisson [2007a] et [2007b].

expliquer [32]. » Borel ayant pertinemment appelé l'attention sur les malentendus que pouvait induire ce terme [33], je m'en tiendrai à *probabilité du phénomène.* Ici l'*incertitude du phénomène* est faible : on le sait depuis près de trois siècles, depuis le pasteur Süssmilch en 1741. Sa probabilité est parfaitement calculable : la chose est entendue depuis un mémoire de Poisson publié en 1830.

Sur cet exemple dont les éléments de calcul sont maîtrisés depuis longtemps et qui ont nourri la réflexion probabiliste, la distinction que je retiens – entre *incertitude subjective*, *probabilité subjective*, *incertitude du phénomène* et *probabilité du phénomène* [34] – met en évidence que la distribution de la probabilité subjective offerte à l'agent par le mathématicien (dans l'exemple les proches du nouveau-né, l'abstraction d'à peu près une chance sur deux) n'a pas la même structure formelle que la probabilité du phénomène que d'autres pans des mêmes calculs font connaître. Cela est illustré par la figure 2.9, ci-dessous. Il faut aussi constater, au passage, que sont intervenus des éléments institutionnels ou des calculs de diverses manières dans chacune des quatre modalités de l'incertitude considérées.

Figure 2.9 : Deux probabilités pour une naissance.



Les agents, par leurs actions, affectent-ils l'incertitude du phénomène et sa probabilité ? Oui, bien sûr, car il serait faux de croire que les divers niveaux d'échelle sont arbitraires les uns par rapport aux autres. Dans le cas simple d'une naissance et de la proportion des sexes telle année dans tel pays, l'opérateur par lequel on passe du niveau micro au niveau macro est un calcul, l'agré-

32. Poincaré [1902], p. 195. Il réemploie et précise le vocabulaire de Cournot. Celui-ci s'était attaché à définir le hasard d'un point de vue objectif comme « la combinaison ou la rencontre de phénomènes qui appartiennent à des séries indépendantes dans l'ordre de la causalité » [1843], p. 73 (c'est encore l'exemple typique de « la tuile », Cournot [1875]). Les mises au point de Poincaré et de Borel permettent de répondre à divers commentateurs qui ont cherché dans ce hasard objectif une métaphysique du hasard absolu ou du chaos radical, alors qu'elle ne s'y trouve pas.

33. Borel [1914], p. 226-227.

34. Pour rompre une bonne fois avec les malentendus sur *probabilité subjective* et *probabilité objective*, j'aurais pu écrire, mais au risque de guinder le discours : *incertitude subjective*, *probabilité praxéologique descriptive*, *incertitude phénoménale* et *probabilité phénoménale.*

gation numérique des cas, dont le contrôle rationnel est procuré par la théorie mathématique des probabilités. Mais à bien y réfléchir, ce calcul présuppose l'enregistrement des naissances à l'état civil, et c'est donc aussi une affaire d'institution réglée par le droit. En général, dans un changement d'échelle, la combinatoire entre institutions et calculs peut prendre toutes sortes de formes[35].

Condorcet dès 1793-1794 avait imaginé que l'humanité puisse intervenir artificiellement sur la probabilité de la naissance d'un sexe ou de l'autre[36]. On sait aujourd'hui qu'en Chine, par exemple, l'un des effets pervers de la mise en œuvre d'une politique de l'enfant unique, en grande part du fait d'un infanticide massif des filles, a été l'augmentation de la proportion de garçons à la naissance jusqu'à près de 55 %, soit un déplacement tragique de la valeur centrale de la probabilité du phénomène, sans toutefois que sa structure de dispersion n'en soit affectée (c'est en effet toujours le même procédé d'agrégation formelle qui est en jeu).

Revenons à l'économie et à la finance. Son monde se nourrit de chiffres et de distributions de probabilités. Les graphiques (les *charts*) et leurs commentaires sont couverts de repères (les *benchmarks*). Les spécialistes se battent avec eux, chaque instance en produit. C'est avec cette matière que l'agent étaye son appréhension de l'incertitude subjective en probabilité subjective plus ou moins élaborée. On pourrait dès lors renvoyer dos à dos toutes ces tentatives et considérer que les calculs sont vains[37]. La commodité de ce scepticisme ne résiste pas une fois considéré que ceux qui étudient les phénomènes financiers n'en sont plus tout à fait au même point qu'il y a trois siècles : les objets de la science des finances leur ont offert quelques prises.

Ces résistances du phénomène en rendent ses aspects plus ou moins probables. C'est précisément dans ce constat de la résistance du phénomène que réside le réalisme épistémologique que nous défendons en matière de finance[38]. En période de crise financière, il faut sans doute ajouter que cela n'a rien à voir avec la stabilité des cours : ce serait comme refuser la physique des fluides sous prétexte qu'elle ne porte pas sur des solides. Si bien que l'expression usuelle d'incertitude financière touche pertinemment ce qui relève ici de l'incertitude du phénomène.

2.4 Stochastique et objectivation

Il est maintenant possible de revenir au point marqué par la figure 2.6, p. 33, et d'y faire figurer par des moyens comparables à ceux de la figure 2.8, p. 41, à la fois la probabilité subjective et la probabilité du phénomène. C'est le schéma de

35. Pour une étude détaillée de la transformation de l'articulation entre calculs et institutions dans le cas du sex-ratio à la naissance, voir Brian et Jaisson [2007a] et [2007b].

36. Condorcet [1793-1794/2004], p. 921-937.

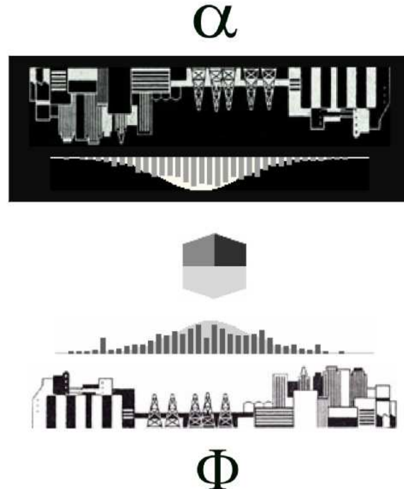
37. Taleb [2005].

38. Il n'est pas nécessaire de vouer un culte à l'argent pour considérer qu'il y a bien un objet consistant à cerner dans le phénomène financier, voir Walter et Brian [2007a]. Dénier cette consistance et l'étudier tout de même, voilà qui serait vain.

la figure 2.10, ci-contre, qui récapitule la construction de ce chapitre et illustre de manière mnémotechnique les différents éléments qu'il importe de prendre en considération : un agent en contexte nécessairement incertain, situé et outillé, formé et informé par le monde économique et financier (plus généralement par le monde social), inséré dans une division du travail d'expertise. La probabilité subjective, qu'elle soit intuitive ou bien plus ou moins vaguement établie, règle ses attentes et son action. Elle procède de ces conditions de possibilité.

L'action porte sur un monde social (en l'occurrence le monde économique et financier) lui-même caractérisé par une division du travail de production de la valeur économique, un monde fait d'incertitudes plus ou moins circonscrites qui présente des régularités susceptibles d'objectivation. On est loin du schéma de la figure 2.1, p. 33. La place de l'incertitude des phénomènes et le point qu'occupe à cet égard l'agent sont précisés. La manière dont interviennent du côté de l'agent la pratique, les procédures, les techniques voire les calculs les plus sophistiqués est précisée. Le fait que ces calculs portent sur le phénomène lui-même est pris en considération. On a écarté au passage quelques vieilles connaissances scholastiques telles que le scepticisme radical, l'idéalisme quant à l'action ou quant au monde social.

Figure 2.10 : schéma agent/phénomène du point de vue stochastique.



Cette figure 2.10, ci-dessus, étoffe en quelque sorte le tableau initial 2.2, p. 31. Elle est conforme à la distinction proposée ici même entre d'une part la logique de la tension entre les espérances subjectives et les chances objectives repérée par Bourdieu, et d'autre part les modalités de la consolidation de ces chances en probabilités plus ou moins consolidées selon l'une ou l'autre de ces deux premières dimensions. Cette distinction, maintenant que sa matière empirique est ébauchée, permet de prendre en considération la différence effective

entre la mobilisation praxéologique du raisonnement probabiliste et l'objectivation des phénomènes, sans opérer de confusion entre le calcul concevable en vue de l'action (sa rationalisation, notamment au sens weberien) et les formes que peut prendre le calcul dans l'objectivation.

Il est vrai que les promoteurs et les commentateurs informés du calcul des probabilités ont souvent été portés à confondre praxéologie et objectivation. Il est non moins vrai que chez les savants les moins portés aux calculs sous toutes leurs formes, cette confusion a été combattue au nom du primat de la pratique, voire parfois de la mise en doute de l'objectivation. Ce sont là deux préjugés savants symétriques, l'un induit par la compétence dans le domaine du calcul, l'autre par le fait de la concurrence entre des compétences scientifiques formées différemment.

Or on dispose aujourd'hui à la fois d'une masse d'élaborations formelles sur les phénomènes économiques et financiers, d'autant de résultats d'analyses historiques, ethnographiques ou sociologiques des modalités concrètes de l'action économique, et enfin d'un nombre considérable d'études sur l'histoire du calcul. Formuler au chapitre précédent la proposition de ce livre, ébaucher dans ce chapitre-ci les articulations que cette proposition implique d'une part avec divers moments de la formation de la théorie et de la philosophie des probabilités, et d'autre part avec l'état actuel des sciences sociales, c'est traduire la proposition initiale de ce livre en une esquisse de conception des phénomènes économiques et des conditions de l'action fondée sur la nécessité de l'incertitude.

On peut qualifier de *stochastique* ce cadre épistémologique général non seulement parce qu'il offre une place au calcul des probabilités, mais encore parce qu'il est fondé sur l'hypothèse que d'une part toute action se situe dans un état d'incertitude à préciser et que d'autre part les phénomènes ne peuvent apparaître qu'incertains[39]. D'ores et déjà, l'introduction de ce cadre par le biais de l'exemple de la régularité de la proportion des naissances fait voir par contraste deux choses importantes. Dans le cas de l'économie et des finances, en effet, la sensibilité du phénomène aux interventions des agents est beaucoup plus grande. Chacun sait que la variabilité des cours est beaucoup plus grande que celle de la proportion des sexes à la naissance ! Pour ce qui touche le calcul financier, l'exemple des naissances ne peut donc tenir lieu que de cas d'école. C'est la raison des chapitres suivants...

Seconde observation, les lois de probabilité dans le cas des naissances sont bien connues et finalement assez simples : loi de Bernoulli pour la probabilité subjective du sexe d'un nouveau-né, loi binomiale pour la probabilité du phénomène qu'on approche convenablement par une loi de Laplace-Gauss. Il n'y a aucune raison que les mêmes lois interviennent dans d'autres cas. Or c'est avec à l'esprit ces lois simples qu'on a souvent voulu accorder économie, sciences sociales et épistémologie... Voilà à coup sûr bien des causes de malentendus.

39. Des auteurs tels que Condorcet, Halbwachs ou Keynes ont envisagé les phénomènes économiques et sociaux de points de vue comparables. Sur le recours à une telle épistémologie en sociologie, voir Brian et Jaisson [2007b].

Arrivé à ce point, retrouver l'agent, *à la fois* du côté surplombant de l'action (bien sûr) *et* au plus près du bas de l'échelle qui irait du niveau macroscopique à un niveau microscopique, appelle une nouvelle réflexion... Le schéma de la figure 2.11, ci-dessous, facilitera la discussion. En effet, comment tenir à la fois le point de vue singulier de l'agent (α) face au phénomène (Φ) et celui de l'objectivation de ce phénomène au niveau macroscopique (M) par l'agrégation d'un grand nombre d'actions (μ)?

Figure 2.11 : action et objectivation.

$$\alpha|\Phi \overset{?}{=} \mu|M$$

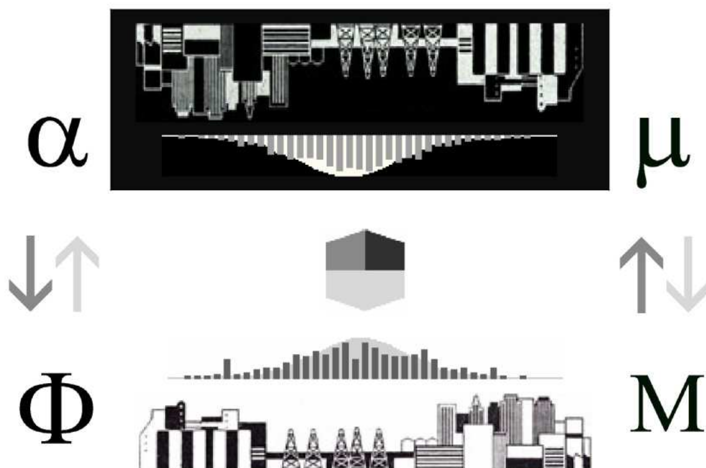
Certes, on pourrait objecter ici qu'une naissance et la réaction de son entourage sont deux choses différentes... un examen attentif qui n'a pas sa place ici conduirait à répondre que ce n'est pas si simple[40]. Il suffit de constater que si, cas extrême, l'entourage fait disparaître un enfant à la naissance, dans le même geste criminel sont conjuguées l'action et la formation d'un cas à l'échelle microscopique. Distinguer les deux est pure et nécessaire abstraction. De même, c'est à la fois du côté de l'ordre d'achat ou de vente et de celui de la formation du prix que chaque acte élémentaire se trouve. C'est même un trait propre à la science économique que de tenir les deux pour un même phénomène, et le plus souvent d'une manière commode au moyen d'une main invisible. Il faut bien admettre que cette main puisse trembler.

Introduire différents niveaux d'analyse de l'incertitude et des formes qu'elle peut présenter, c'est se donner un moyen de prendre au sérieux la variété des préconditions des calculs et des effets des institutions dans chacun des quatre registres repérés jusqu'ici : l'incertitude subjective, la probabilité subjective, la probabilité du phénomène et l'incertitude du phénomène. Il s'agit de répondre de manière heuristique au péril de la circularité qu'on parcourt d'une posture gouvernée par l'action à une autre orientée vers l'objectivation. Le cercle est d'autant plus périlleux qu'on peut le suivre, sans y prendre garde, de deux manières différentes, comme l'ébauche la figure 2.12, p. 50.

Il y a en effet d'une part le circuit de l'objectivation (les flèches gris clair). Dans le cas des finances, il part d'une transaction à l'échelle dite microscopique (μ) ; cette information est ensuite intégrée par diverses voies dans un indicateur macroscopique, par exemple un cours de Bourse (M) ; ce cours devient l'un des éléments d'évaluation du phénomène considéré (Φ), ce peut être concrètement une marque ou un chiffre sur un écran ; cet élément prend alors place dans le tableau qui gouvernera l'action du *trader* (α).

40. Brian et Jaisson [2007b].

Figure 2.12 : les circuits de l'action et de l'objectivation.



Mais c'est aussi le circuit de la décision (les flèches gris foncé), depuis l'agent (α) qui prend en considération une palette d'indices afin de circonscrire le phénomène (Φ) ; or ces éléments proviennent eux-mêmes d'un monde d'expertises passablement variées, chacune offrant une vue macroscopique (M) fondée sur des méthodes et des procédures particulières qui constituent telle transaction élémentaire comme un élément microscopique (μ). On a tant écrit sur la distinction entre l'action et la connaissance, qu'il n'est pas nécessaire ici de préciser que ces deux circuits diffèrent tout à fait par les normes auxquelles on est confronté en les parcourant, et par les instances en présence, comme le suggèrent les phénomènes de concurrence des expertises ou de monopole d'information.

En matière de calcul, on confond trop souvent le point de vue descriptif de l'objectivation et celui, normatif, duquel un agent entendrait tenir une décision raisonnable. Tout favorise la confusion : on brasse aujourd'hui les chiffres pour s'informer et agir... Il n'en a pas toujours été ainsi. C'est seulement à la fin du XVIIIe siècle, chez Turgot et Condorcet, que le point de vue du savant et celui du ministre (« l'œil du roi ») furent identifiés dans un même mouvement de réformes de l'administration et des sciences. Notre conception commune de l'objectivisme statistique provient de là[41].

41. Brian [1994], [2001].

La conjonction des deux perspectives, nouées au cœur des opérations de calcul et de l'organisation des bureaux de statistique, a pris une ampleur mondiale au siècle suivant[42], produisant ce qu'on a qualifié d'avalanche des nombres[43] et favorisant l'essor du raisonnement statistique[44] et ses variantes[45].

Aujourd'hui, typiquement – en sociologue on pourrait parler d'idéal-type – sur le *desk* d'un *trader* voici une topologie paradoxale : la base et le sommet de la pyramide savante et administrative envisagée à la fin du siècle des Lumières se rencontrent très concrètement, et cela pour une raison historique assez simple : l'information économique quantitative ne circule plus de manière pyramidale de bas en haut sous ce regard de monarque éclairé que voudraient adopter par fantasme les hommes d'action comme les savants. Plus on est engagé dans l'action ou dans la connaissance, plus on brasse délibérément une masse d'informations – épaisse, vive, intense – que les hommes d'action entendent sans doute contrôler avec un succès assez relatif et que les savants espèrent mettre en ordre sans peut-être plus d'effet. Si bien que ce qu'il est convenu d'appeler « le micro » et « le macro » se résolvent effectivement sur ce *desk* au même point.

Il faut donc abandonner les illusions d'échelles, et explorer des objets de sciences économiques et sociales dont la logique opère à plusieurs de ces niveaux à la fois[46], cela en partant de la distinction entre action et objectivation telle qu'elle se joue dans l'incertitude et dans les probabilités plus ou moins sérieusement estimées, au point de vue de l'agent et pour ce qui concerne le phénomène.

42. Brian [1996], [2002].
43. Hacking [1990].
44. Porter [1986].
45. Brian et Jaisson [2007a].
46. Sur cette question et pour des exemples, voir Brian et Alunni [2001].

Chapitre 3

Calcul et durée

Au premier chapitre, il s'agissait de formuler une proposition de départ qui consiste à distinguer d'une part les deux dimensions de l'expérience temporelle repérée en sociologie (marquées ici par les termes « agent » et « phénomène ») et d'autre part les formes de consolidation de l'incertitude selon l'une ou l'autre de ces deux dimensions[1].

Au chapitre 2, cette proposition a été traduite dans un vocabulaire plus proche de celui de la réflexion tissée depuis longtemps déjà sur le calcul des probabilités de telle sorte que l'on puisse repérer quatre modalités de l'incertitude : l'incertitude propre au phénomène, la probabilité du phénomène, l'incertitude subjective, la probabilité subjective (entendue dans un sens descriptif et non pas normatif)[2]. Au passage, ces éléments ont été situés relativement à divers domaines connus : l'épistémologie de l'économie et des sciences sociales, l'histoire du calcul des probabilités et des statistiques, enfin ce que les sciences sociales (sociologie, anthropologie, ethnologie, histoire) font connaître des conditions de l'activité économique. La distinction entre ces quatre modalités fait dénouer de manière nouvelle l'intrication entre praxéologie et objectivation.

Une tout autre question consiste à se demander si l'état actuel de la théorie économique – et tout particulièrement celui de la théorie des marchés financiers où le calcul axiomatique des probabilités est très présent, – est compatible avec une telle approche stochastique de la connaissance et de l'action. Toutefois il serait vain de poser *a priori* une unité de principe de la théorie économique, sauf une commune prédilection d'objet. D'autre part on ne gagnerait guère plus à plaquer un cadre d'analyse épistémologique exogène, aussi synthétique fût-il, sur une matière qui lui serait étrangère.

Il s'agit ici de poser la question en sens inverse par rapport au chapitre précédent : peut-on concevoir, tout en restant attentif à la variété des approches et à celle des principaux résultats, que l'état des connaissances en matière économique et financière soit en affinité avec une configuration épistémologique

1. Voir le chapitre 1, p. 3-29. Voir aussi le tableau 2.2, p. 31.
2. Voir plus haut, p. 34-44 et la figure 2.10, p. 47

que, par ailleurs, on peut élaborer sans faire le bilan de cet état de l'art, mais en partant, comme précédemment, du constat que ce genre de calculs y importe ?

Pour avancer, il faut tout d'abord préciser un concept aujourd'hui très employé chez les mathématiciens : celui de *martingale*, cela sans se perdre dans des affres étymologiques où l'on risquerait de renouer avec des faux-semblants entre les jeux et la théorie mathématique, ceux-là mêmes qu'il s'agit d'éviter. Ce concept de martingale, en effet, aide à rendre compte de l'état actuel de la réflexion sur les finances où il se trouve qu'il est diversement présent[3].

3.1 Du coup à jouer à la martingale

Si la technique mathématique est élaborée, l'idée est simple. Elle consiste à étendre dans le temps le schéma probabiliste du coup à jouer en posant un cadre bien construit du point de vue mathématique qui permet de penser les propriétés d'une *succession* de coups incertains[4]. Ici encore « la théorie des probabilités n'est au fond que le bon sens réduit au calcul[5]. »

L'affaire réside dans la série des coups. Il ne s'agit plus de considérer une juxtaposition, un enchaînement tenu de manière narrative ou conventionnelle, mais bien une structure de succession dont on peut indiquer des propriétés que l'on met à l'épreuve. Les concepts de processus stochastique et de martingale ont donc tout lieu d'intéresser l'épistémologie des sciences sociales : on sait en effet qu'une clé des rapports entre sciences sociales et histoire est dans la notion de série[6]. Le formalisme mathématique offre ici non pas une norme mais une classe d'épreuves.

Il permet de prendre en compte, dans le calcul lui-même, le fait que le phénomène évolue au cours du temps, qu'il s'agit d'un processus, chose que, pour en revenir au calcul classique ou analytique des probabilités (ou encore à d'autres aspects du calcul axiomatique), on ne traite pas de manière satisfaisante dans la géométrie du hasard jusqu'au XXe siècle. Condorcet avait été l'un des très rares à avoir sérieusement prêté attention à la question des temps dans le calcul des probabilités. Cela avait échappé à son jeune confrère Laplace. La postérité n'a malheureusement pas accordé beaucoup d'attention à ces réflexions de première importance pourtant[7].

---

3. Il ne m'aurait pas été possible de procéder à cette épreuve inverse sans connaître la synthèse récapitulée dans Walter [2006]. Ce chapitre consiste donc à indiquer dans un premier temps en quoi consiste le concept général de martingale ; puis, section 3.4, à commenter la perspective offerte par Walter ; et enfin à interpréter dans le cadre des deux premiers chapitres ces aspects des mathématiques financière.

4. Le sens mathématique du mot « martingale » a été établi par Doob [1953]. Il s'est répandu surtout depuis les années 1980. Voir Neveu [1972], Mazliak, Baldi et Priouret [1988], Williams [1991] ou, du point de vue des mathématiques financières, Karatzas et Shreve [1998]. Pour son histoire (voire celle du mot qui n'est pas sans frivolité), suivre Crépel [1984], puis Mansuy [2005] et finalement Mazliak et Shafer [2009].

5. Laplace [1814].

6. Revel [1996].

7. Condorcet [1784-1787], IVe part., « Réflexions sur la méthode de déterminer la proba-

Parmi tous les processus fondés sur l'incertitude des phénomènes et établis par voie mathématique (auxquels on réserve la dénomination de processus stochastiques), une martingale est définie par une propriété qui relève de la mémoire de la partie jouée : sa caractéristique est que *le jeu est équitable si le gain que je peux espérer au prochain coup n'est pas gouverné par les coups précédents.* Sinon, en effet, je partirais ou bien perdant ou bien gagnant du seul fait des coups passés. Voici, de nouveau, l'ontologie du devenir, si ce n'est qu'elle est réduite en calcul.

Aussi sophistiqué que soit le formalisme des martingales, il n'en reste pas moins, comme la règle de Pascal et de Huygens du rapport entre les coups possibles et les coups favorables, un modèle formel du jeu de hasard – un jeu qui se déploie dans le temps toutefois. Il faut donc s'attendre à ce que le cadre mathématique des martingales touche les questions discutées dans les chapitres précédents, mais à ce qu'il ne les épuise pas pour autant. À le mettre en œuvre inconsidérément, on risquerait en effet d'imposer des hypothèses uniformes sur les joueurs et sur leur rapport au temps. L'apport du formalisme réside ailleurs : il procure un cadre formel qui fait explorer cette conception processuelle du *jeu équitable* à la manière d'un idéal-type, offrant la possibilité d'un diagnostic des écarts entre les jeux concrets et ce modèle contrôlable[8]. Quant à l'action concrète, la sociologie enseigne qu'on agit sans avoir à attendre que le jeu social soit équitable et que la mémoire des coups antérieurs est rarement perdue. La pertinence de la formalisation mathématique ne réside donc pas dans son réalisme social.

La question critique qui se pose n'est donc pas celle de ce peu de réalisme, mais celle de la pertinence pour l'analyse de l'énoncé de la propriété en question. Sans le secours des processus stochastiques, voire celui des martingales, il est impossible de formaliser avec un degré de généralité acceptable ni l'expérience du joueur ni le fait que le jeu soit durable. Par contraste, on mesure la faiblesse des exemples didactiques par lesquels on introduit le plus souvent le calcul des probabilités partant du moment de l'action, t, et de celui de son effet, $t + 1$. On dit « au coup suivant » et l'affaire paraît entendue. Mais les aspects plus

bilité des événements futurs, d'après l'observation des événements passés ». L'enjeu historiographique du repérage de cette conceptualisation des rapports entre passé et futur est la révision de ce qu'on retient le plus souvent de l'idée de progrès de l'esprit humain, qu'il faut en effet réinterpréter de manière expérimentale, voir Condorcet [2004]. On est, chez Condorcet, au lieu même où se nouent les rapports ultérieurs entre mathématiques, sciences sociales et historiographie.

8. Il faut encore mentionner ici Condorcet qui raisonnait de même, le calcul analytique des probabilités lui ayant offert un crible idéal. Dans son essai de 1785 sur les élections, il ne procédait pas autrement quand il passait en revue une vaste panoplie de règles de scrutin plus ou moins justes. Voir Condorcet [1785], et à ce sujet le vol. 4, n° 1 du *Journal électronique d'Histoire des Probabilités et de la Statistique* (2008). Aujourd'hui, la structure de ce genre d'épreuves est très courante en statistique mathématique où les tests visent à comparer les distributions observées et telle loi de probabilité hypothétique. Avec le vocabulaire de cette spécialité, on pourrait écrire qu'avec les martingales, le principe d'équité qui vient d'être indiqué est l'hypothèse nulle à laquelle il convient de comparer l'observation empirique des fatalités économiques et sociales.

délicats, propres à la structure mathématique, qui permettent de s'assurer de la permanence du jeu sont escamotés, et par voie de conséquence l'analyse de la permanence des cadres sociaux de l'action. On est alors limité à ne considérer que la distribution des chances et le gain attendu ici ou là, ces deux raisons paraissant à tort ne relever que du prochain coup à jouer et par suite calculable au moyen de la règle du rapport des cas possibles aux cas favorables.

Restons dans le domaine des processus stochastiques. Si on considère une martingale, les règles du jeu étant établies, la meilleure manière de jouer consiste à ne pas tenir compte de l'historique du jeu[9]. Si les règles tenaient compte de l'historique ou si elles changeaient dans le temps, le jeu ne serait pas équitable.

Le processus incertain du jeu et les propriétés de ses règles sont deux registres distincts. La pertinence du concept de martingale est donc triple. Elle réside d'une part dans les capacités offertes au calcul, d'autre part dans l'idéal-type que ce calcul offre au raisonnement, enfin dans la syntaxe entre le « jeu » dont il est question et les propriétés non pas du jeu lui-même mais de ses règles. Ainsi la propriété de martingale ne porte pas au niveau de la règle, mais à celui, disons, de la règle sur la règle[10].

Tableau 3.1 : syntaxe de la propriété de martingale.

Objets	Propriété	Niveau
Événements	Succession des coups	Jeu
Gains et pertes	Conformité à la règle	Règle
Conditions du jeu	Propriété de martingale	$[\text{Règle}]^2$

3.2 Convention stochastique et mémoire du jeu

Pour aller plus loin, il faut distinguer plusieurs cas. Tout d'abord ce sont les coups où l'on a à perdre, où l'espérance des gains est négative et où il n'est donc pas raisonnable de jouer. S'il ne s'agit pas d'un jeu de hasard, mais d'une transaction qu'on conçoit à la manière d'un coup à jouer, c'est dire qu'il n'est pas raisonnable de s'y prêter, tout au moins pour ce qu'il en est des critères pris en compte. Puis viennent les coups où l'on a à gagner, où l'espérance des gains est positive et où il est cette fois raisonnable de jouer pour gagner. C'est, selon les mêmes critères, une transaction favorable.

9. On touche ici à l'étymologie récente du terme de martingale : au casino, le joueur qui prétend suivre une martingale (au sens non mathématique du mot) croit que l'historique du jeu a une influence sur le prochain coup, tout comme il pourrait imaginer que donner un effet en lançant un dé de taille usuelle pourrait influer sur le résultat. Autant de superstitions : c'est le sens du calcul formel des probabilités pour un coup de dé et de la propriété de martingale pour une série de coups.

10. J'imagine que Bachelard aurait écrit « de la $[\text{règle}]^2$ ».

Voici maintenant le troisième cas, celui des coups équilibrés où l'on aurait autant à perdre qu'à gagner. Les gains espérés y sont nuls. Il n'est pas raisonnable de se prêter au jeu pour gagner, mais seulement pour jouer. Pascal et Huygens ont conçu leur calcul des probabilités pour raisonner sur les trois premiers cas. Le calcul analytique des probabilités offre les mêmes ressources. Le calcul prescrit qu'on ne devrait jouer qu'aux jeux équitables. L'industrie du jeu et la place des loteries en tous genres dans la fiscalité publique donnent depuis trois siècles la mesure de l'écart important qui existe entre la norme du calcul et la réalité des phénomènes sociaux en question.

Dans le cas d'une transaction, se prêter au jeu prend un sens précis : ce n'est pas dire qu'il est raisonnable de craindre une perte (le premier cas précédent) ou d'attendre un gain (le second), mais que l'échange paraît équitable dans l'incertitude de la transaction. C'est le principe de l'arbitrage : selon le sort, c'est-à-dire selon qu'on conclura ou non, il y aurait autant à gagner qu'à perdre. Une fois la transaction accomplie – plus précisément signée, inscrite comme on inscrit un nouveau-né à l'état civil – c'est un nouveau calcul : l'état des protagonistes est connu et la distribution des probabilités a été profondément modifiée. Remontons le temps jusqu'avant la transaction : énoncer « il est raisonnable de se prêter au jeu mais seulement pour jouer » consiste à établir une équivalence entre l'incertitude de la transaction et l'équilibre provisoire entre ses protagonistes, et à s'y tenir pour toute forme d'arbitrage.

Ainsi la rationalité de l'action ne porte pas sur l'avenir à proprement parler, sur ce qui est attendu de la transaction (« gagner » ou « perdre »), mais sur le fait de convenir d'une règle d'arbitrage (« se prêter au jeu »). On a tant employé le mot de *convention*, qu'il importe ici de le préciser au moyen d'un adjectif : une règle d'arbitrage, on le voit, comporte toujours une *convention stochastique* qui consiste à mettre en équivalence l'incertitude de l'action envisagée et l'état des forces en présence, deux choses fort différentes. Concrètement, cette convention stochastique est enregistrée dans les procédés du calcul[11]. Les critères de l'arbitrage ont beau paraître affranchis du temps, ils ne valent qu'à l'instant t du calcul et ils ne portent, on l'a vu, que sur cet instant-là.

C'est pourquoi il faut envisager un quatrième cas pour lequel on ne raisonne plus sur un coup seulement mais sur une séquence de coups. Les jeux où chaque coup se joue sans que doivent importer les précédents sont, en termes mathématiques, des martingales ; c'est-à-dire les homologues, en termes de processus, des jeux équitables qu'on joue sur le champ. Il est *encore* raisonnable d'y jouer, mais toujours vraiment pour l'amour du jeu, tant il est déraisonnable d'espérer gagner au bout du compte. S'il faut s'exprimer en anglais, on en vient ici à distinguer les *fair blows*, les coups équitables qui se jouent dans l'instant, des *fair games*, les jeux équitables où la séquence des coups importe. En matière de transaction économique, dès que l'on considère la chronique des prix antérieurs

11. La terminologie *convention stochastique* apparaît dans la conclusion de Walter [2006]. Il me paraît nécessaire de la définir indépendamment de la règle de martingale, car ce dont il est question vient en amont de cette règle et peut être posé au moyen de l'analyse d'un seul coup.

par exemple, on devine que le formalisme des martingales peut façonner les règles d'arbitrage, comme celui du coup à jouer selon une règle équitable pour lequel le calcul pascalien suffirait. En effet cet arbitrage pourrait porter cette fois non seulement sur l'incertitude de l'instant, mais encore sur la manière de prendre en compte celle des transactions passées[12].

Même élargi du coup à jouer au processus d'une partie qui dure, le calcul selon une martingale n'en est pas moins une formalisation du jeu, au même titre que le calcul de l'espérance pascalienne. Dans la vie sociale en général, l'action, les cadres sociaux de l'action et les propriétés de ces cadres sont en jeu à chaque instant. Les choses sont donc moins simples. Parmi ces cadres, les règles du type juridique offrent un exemple avec lequel il est possible de discuter la notion de martingale. En effet, on peut songer à la vue du tableau 3.1, p. 56, à un principe de séparation des pouvoirs, et par suite à Montesquieu.

Dans le cas d'un processus stochastique conforme à la propriété de martingale, la mémoire du jeu est tout entière portée par les règles, cela à la manière dont une Constitution enregistre l'histoire des conflits politiques qui l'ont produite[13]. Cette mémoire n'est plus dans les gestes des joueurs maintenant supposés ne se prendre au jeu que parce qu'ils y seraient égaux. On peut prolonger la comparaison avec le droit constitutionnel français, domaine moins élémentaire que celui d'un jeu stylisé. En France, et depuis 1789, ce sont là des conditions préalables à la Constitution (il s'agit donc de règles sur les règles). Elles garantissent, en principe, les conditions de l'exercice de la citoyenneté (le jeu politique) dans le cadre d'une Constitution (les règles légitimes du jeu). Voici un extrait du *Préambule de la Constitution*.

> *Déclaration des droits de l'homme et du citoyen* du 26 août 1789.
>
> **Article premier**. – Les hommes naissent et demeurent libres et égaux en droits. [...]
>
> **Article 16**. – Toute société dans laquelle la garantie des droits n'est pas assurée, ni la séparation des pouvoirs déterminée, n'a point de Constitution. [...]

Le concept mathématique de martingale n'a été clairement formé dans l'esprit des mathématiciens qu'au XXe siècle. Dans la *Déclaration*, c'est une affaire de texte et d'institutions non pas d'équations[14]. Dans la théorie mathématique des martingales, c'est strictement une affaire de calculs. Qui plus est, chacun sait pour le moins par expérience, que l'égalité des droits posée par principe dans la *Déclaration des droits de l'homme et du citoyen* ne suffit

12. C'est à ce propos que Walter [2006] parle de convention stochastique, voir section 3.4, ci-après.

13. On est donc dans un cas particulier de formation de la mémoire collective. Sur la panoplie de l'enquête sociologique sur les phénomènes de mémoire collective, voir Halbwachs [1941/2008].

14. Ici encore le cas de Condorcet appellerait une nouvelle discussion, cette fois nourrie des débats du printemps et de l'été 1789, auxquels il n'a participé qu'indirectement et d'éléments de la préparation de la Constitution de la Première République (1793) dont le mathématicien fut l'artisan.

pas à assurer une équité que l'on qualifierait de sociale ou d'économique. Cette comparaison éclaire la question du réalisme social du cadre mathématique.

La combinaison de l'article premier et de l'article 16 offre en outre un bel exemple – celui qui paraît peut-être aujourd'hui le plus familier – de propriété posée au niveau de la règle sur la règle, et donc d'un homologue de la manière dont opère une martingale au sens mathématique du mot. Si ce n'est qu'avec la Constitution ont est sorti du monde des calculs pour passer à celui des institutions, et même aux plus légitimes d'entre elles. On le voit, non seulement en suivant un même fait social, mais d'un moment à l'autre de l'action ou d'un état à un autre de division sociale, on passe sans y prendre garde, comme on l'a vu jusqu'ici de loin en loin, de la sphère des calculs à celle des institutions, mais encore constate-t-on que l'un et l'autre de ces deux types d'instruments symboliques comportent des syntaxes homologues.

3.3 Martingales, calculabilité et information

Revenons à l'énoncé : *le jeu est équitable si le gain que je peux espérer au prochain coup n'est pas gouverné par les coups précédents.* On note alors X l'accumulation des gains du joueur. Ce peut être aussi une variable obtenue à partir d'un cours de Bourse. *Ce que je peux espérer* s'exprime par le calcul d'une espérance mathématique. Elle consiste à intégrer toutes les valeurs, moyennant une pondération mesurée par leurs probabilités respectives[15]. On la note $\mathbf{E}(X)$, qui est une valeur comparable à celle que peut prendre X. L'état des gains X est considéré à la date t. On le note par suite X_t.

Ce temps marqué par t est le plus souvent supposé se dérouler étape par étape et non continuement, chose que le formalisme mathématique admet toutefois. Le repère du temps peut en effet y être discret (compté au moyen de repères ordinaux comme des nombres entiers) ou bien continu (marqué comme par un nombre réel). Ce sont deux classes de résultats : d'une part les martingales à temps discret et d'autre part les martingales à temps continu. Les secondes sont plus délicates sur le plan mathématique que les premières. Mais peu importe ici même.

L'énoncé vaut pour ce que je sais au moment où j'effectue le calcul, disons à la date t. Il porte sur l'espérance calculée à l'instant t. On peut donc la noter $\mathbf{E}_t$. *Ce que je peux espérer du prochain coup*, c'est ce sur quoi je compte, l'escompte s'il est vraiment calculable, l'attente, au sens de Mauss, pour autant qu'elle se prête au calcul général. C'est $\mathbf{E}_t(X_{t+1})$.

Évoquer les *coups précédents*, suggère la liste X_t, X_{t-1}, X_{t-2}, etc. On note alors $\mathbf{E}_t$ de la manière suivante : $\mathbf{E}_{|X_t, X_{t-1} \ldots}$, c'est-à-dire l'espérance mathématique étant donné les valeurs antérieures (conditionnellement à elles). Mais user de ces deux formules, c'est aller trop vite en besogne. Ces écritures suggèrent en effet, la première par ellipse, la seconde explicitement, que le propre du mo-

15. C'est la règle de Pascal, dont Condorcet a réexaminé le principe au milieu des années 1780.

ment t serait la connaissance des résultats des coups précédents. Ce serait dire (et on le dit souvent) que ces résultats seraient la seule voie de communication de la mémoire du jeu et des joueurs. En fait, la construction mathématique de la théorie des martingales n'en demande pas tant ! Derrière l'apparence de la liste, il y a un édifice axiomatique. Il offre plus de latitude.

Revenons pour commencer au cas où il ne serait pas question de temps. L'idée, si simple dans l'usage, d'associer une valeur à un coup du jeu s'exprime en parlant de variable aléatoire. Dans l'axiomatique à laquelle le nom d'Émile Borel est attaché, cela consiste à construire un *espace de probabilité* partant d'un ensemble quelconque, distinguant un second ensemble formé systématiquement de parties du premier (ce sont les événements) et considérant un opérateur qui procure une mesure convenable sur ce second ensemble. La mesure de chaque événement est sa probabilité.

Un exemple. Soient deux coups possibles *Pile* (Π) et *Face* (Φ). L'ensemble de départ, noté Ω, est formé de ces deux éléments : $\Omega = \{\Pi\,;\Phi\}$. L'ensemble des parties de Ω, noté $\mathcal{P}(\Omega)$, est formé de tous les événements possibles qu'on peut construire sur un tirage à *Pile* ou *Face* : *Pile*, *Face*, *ni Pile ni Face* et *aussi bien Pile que Face*. C'est-à-dire : $\mathcal{P}(\Omega) = \{\,\{\Pi\}\,;\{\Phi\}\,;\emptyset\,;\Omega\,\}$. On construit ce second ensemble selon des contraintes algébriques, c'est pourquoi on le note $\mathcal{A}$. On associe à $\mathcal{A}$, c'est-à-dire l'ensemble de ces événements, une distribution de probabilité P caractérisée par sa cohérence : dans le cas d'espèce, il suffit de disposer d'une valeur p, comprise entre 0 et 1, et de poser $P(\Pi) = p$. Les propriétés de la définition du concept axiomatique de probabilité imposent : $P(\emptyset) = 0$, $P(\Omega) = 1$ et $P(\Phi) = 1 - p$.

On sait depuis longtemps que cette valeur de p est l'unique paramètre du jeu de pile ou face. L'axiomatique borélienne fait comprendre que pour l'établir rigoureusement, il faut en passer par une structure mathématique qui est finalement notée $(\Omega, \mathcal{A}, P)$. Le calcul des probabilités présuppose la définition d'un espace de probabilité. Rien de cela n'est explicité dans le calcul classique des probabilités ni dans leur calcul analytique. C'est indispensable pour « savoir ce que l'on fait » dans le calcul axiomatique des probabilités.

Cette base étant posée, on appelle variable aléatoire un opérateur qui attribuerait une valeur homogène à chaque événement : pour *Pile*, tel montant et pour *Face* tel autre. Accumulé de coup en coup, c'est par exemple ce que l'intuition qualifie de montant des gains ou de cours de Bourse. C'est encore ce qu'on a noté jusqu'ici X. Calculer l'espérance mathématique d'une variable aléatoire consiste à prendre en considération toutes les valeurs de X selon la probabilité de chaque événement possible[16]. La pertinence de l'axiomatique réside dans l'élaboration formelle de ce qu'on appelle *les coups* et dans les calculs

16. Pour *Pile* ou *Face* à 50 %/50 %, *Pile* procurant un gain de 100 et *Face* occasionnant une perte de 50, l'espérance d'un coup est $100 \times \frac{50}{100} - 50 \times \frac{50}{100}$, soit 25. Il est alors raisonnable de s'attendre à gagner. Le procédé permet de concevoir un jeu équitable avec une pièce faussée : si le jeu est à 45 %/55 % et les enjeux respectivement un gain de 275 et une perte de 225, l'espérance du coup à jouer est $275 \times \frac{45}{100} - 225 \times \frac{55}{100}$ soit 0. Il est raisonnable de jouer, car le jeu est honnête (*fair blow*), même si la pièce est fausse.

qu'elle permet. On retrouve les résultats habituels, mais plus rigoureusement. On peut aussi les étendre en évitant des paradoxes jadis longuement discutés et en traitant des phénomènes de toutes formes.

Ce cadre formel de raisonnement appelle une remarque capitale sur le plan épistémologique : une équation ne peut pas toujours être entendue de manière étroitement algébrique au sens d'une égalité posée dans l'absolu, mais de manière probabiliste. C'est *presque sûrement* que la propriété est établie dit-on alors en toute rigueur (quitte à faire sourire pour des raisons différentes mathématiciens et non-mathématiciens). Pour le rappeler, on insert parfois dans de telles équations, au-dessus ou à côté de l'égalité, l'abréviation *p. s.* (pour « presque sûrement »). Cela signifie précisément que la partie de l'ensemble initial considéré[17] sur laquelle la propriété n'est pas vraie est de mesure nulle[18]. L'équation n'est fausse que sur cet ensemble de mesure nulle. Le cadre donné par le calcul est tel qu'on ne peut que tenir la probabilité de l'inégalité pour nulle. Il est parfaitement clair que, du point de l'action, égalité presque sûre (au sens mathématique) et égalité absolue sont indiscernables. Mais dès qu'il s'agit de fondement, et tout particulièrement du fondement stochastique... Ainsi, contrairement à une idée reçue, il est tout à fait possible de considérer une vérité établie comme tenue pour sûre au filtre d'un raisonnement probabiliste[19].

Venons-en aux processus, c'est-à-dire aux séries de variables aléatoires, X_t, considérées au fil d'un temps t. À chaque moment, ce n'est plus à proprement parler de la *même* variable qu'il s'agit[20]. Pour saisir mathématiquement la séquence, il faut construire un opérateur qui, disons, réalise X_t pas à pas. On parle d'espace de probabilité *filtré*[21]. Le cadre axiomatique de l'espace de probabilité borélien est ainsi élargi de telle sorte qu'on puisse définir des processus et les prendre en considération avec les mêmes avantages que précédemment. Dès lors ce qu'on aurait sténographié $\mathbf{E}_t$ ou $\mathbf{E}_{|X_t, X_{t-1} \dots}$ mérite une notation plus explicite qui mentionne la filtration[22]. On peut la marquer au moyen de $\mathcal{F}$. Dire que le processus X_t est *prévisible* au sens mathématique du mot impose de considérer les propriétés de $\mathcal{F}$.

C'est ainsi par simplification qu'on confond la structure d'espace de probabilité filtré et la série des prix. Il y a là abus de langage. En effet, la possibilité de calculer provient de données implicites, c'est-à-dire de la structure de l'espace de probabilité et des propriétés de filtration. Cela n'est pas seule-

17. Notons là ω. C'est une partie de Ω et donc un élément de $\mathcal{A}$.

18. Soit $P(\omega) = 0$.

19. Cette idée reçue est le sophisme sceptique selon lequel si on ne connaissait qu'en probabilité, il faudrait ne rien tenir pour acquis... Il suffit en effet de tenir pour acquis ce qui est presque sûr au sens qui vient d'être indiqué. Cela fait déjà beaucoup ! Un autre sophisme tombe par la même occasion : on constate ici qu'il est vain de chercher à fonder une épistémologie sur le seul point de vue pragmatique. Il s'agit d'une pétition de principe.

20. Sur le rapport entre la genèse de la formation du calcul en général, et notamment celle du calcul des probabilités en particulier, et ce que Michel Foucault (1926-1984) a qualifié de « mêmeté », voir Brian [1994], p. 72-93.

21. On le note : $(\Omega, \mathcal{A}, \mathcal{F}, P)$.

22. C'est le terme mathématique employé en français, il est vrai d'une rare laideur.

ment l'information implicite ou explicite portée par la série des prix antérieurs, ni la conformité du jeu à tel ou tel principe, mais présupposer que le jeu est réductible au calcul et que les coups sont prévisibles.

L'abus de langage une fois repéré, voici une brèche : une part de la mémoire du jeu peut passer par les propriétés de l'espace de probabilité filtré, non pas seulement par les variables, c'est-à-dire concrètement les prix. Raisonner en termes de processus, c'est construire les conditions de la calculabilité du phénomène, assurant au passage que de t à $t+1$ on demeure dans le même cadre mathématique (en l'occurrence la probabilisation et la filtration). Que cela soit possible ne concerne pas à proprement parler les coups à jouer, ni la règle, ni même la règle sur la règle (comme c'était le cas pour la propriété de martingale), mais une règle qui porte sur la calculabilité, et donc une règle sur la règle sur la règle bref une règle d'ordre 3.

Le meilleur moyen de ne pas l'oublier serait de noter l'espérance et les équations, comme on le fait le plus souvent en mathématique, mais moins souvent en économie ou en finance, en indiquant systématiquement la filtration et le statut probabiliste des égalités. On éviterait ainsi d'escamoter les conditions structurelles du calcul. Plutôt que $\mathbf{E_t}$ ou $\mathbf{E}_{|X_t, X_{t-1} \ldots}$, on noterait l'espérance au temps t de la manière suivante :

$$\mathbf{E}_{\mathcal{F}_t, P}(\,) \qquad \text{abréviation de} \qquad \mathbf{E}_{\Omega, \mathcal{A}, \mathcal{F}_t, P}(\,) \tag{3.1}$$

Il importe par suite de modifier le tableau 3.1, p. 56, pour y faire apparaître un niveau supplémentaire, celui où la calculabilité est en jeu, registre parfaitement compatible avec la formulation mathématique (c'est le tableau 3.2, ci-dessous).

Tableau 3.2 : préconditions mathématiques du calcul stochastique.

Objets	Propriété	Niveau
Événements	Succession des coups	Jeu
Gains et pertes	Conformité à la règle ou non	Règle
Conditions du jeu	Martingale ou non	[Règle]^2
Calculabilité	$(\Omega, \mathcal{A}, \mathcal{F}, P)$ ou non	[Règle]^3

La force de la pratique comme l'habitude du calcul font confondre ces différents niveaux. En introduisant ces distinctions critiques, je suis l'exemple de D'Alembert quand il mettait en doute avec raison le bien-fondé de l'analogie avec le jeu dans l'analyse des hasards. Il est vrai que cette démarche peut rencontrer certaines incompréhensions. D'Alembert lui-même en a fait l'expérience. L'amalgame des hypothèses et du calcul dans les opérations elles-mêmes va souvent de soi et n'appelle finalement pas tant de précautions – du

moins l'a-t-on cru au XVIIIe siècle comme on le croit sans doute aujourd'hui en employant d'autres instruments. Mais c'est en approfondissant une telle réflexion que Condorcet et Laplace ont su dépasser les difficultés propres au calcul classique des probabilités et le réformer vers une théorie analytique.

Aujourd'hui, l'épistémologue est d'autant plus en droit de suivre cette voie qu'il peut ce faisant rencontrer le mathématicien qui conserverait dans la mémoire collective de son métier le goût du geste d'alembertien ; le sociologue ou l'anthropologue que l'attention aux pratiques laisse souvent perplexe face à la puissance des calculs ; et l'économiste qui chercherait dans une clarification de ce genre des matériaux pour former une théorie plus réaliste de ses objets. Il faut donc pousser l'analyse – il faut parier, réfléchir aux règles, questionner le bien-fondé du jeu, se donner le moyen d'interroger le calcul. Quitte à retourner une formule de Pascal à l'encontre d'avatars de l'analogie qu'il a lui-même forgée, constatons qu'ici comme ailleurs *on est embarqué*[23].

La propriété caractéristique d'une martingale peut s'exprimer par la phrase déjà répétée. Elle revient à dire que je ne peux raisonnablement ne m'en tenir qu'à espérer ce que j'ai déjà, c'est-à-dire X_t. Cela s'écrit :

$$\mathbf{E}_{\mathcal{F}_t,\,P}(X_{t+1} - X_t) \overset{\text{p.s.}}{=} 0 \qquad \text{ou bien} \qquad \mathbf{E}_{\mathcal{F}_t,\,P}(X_{t+1}) \overset{\text{p.s.}}{=} X_t \tag{3.2}$$

De là cette paraphrase habituelle : « X_t est la meilleure prévision de X_{t+1} étant donné les valeurs passées X_t, X_{t-1}, etc. », qu'il serait préférable de s'exprimer ainsi : « X_t est presque sûrement la meilleure prévision de X_{t+1} dans les conditions de calcul $(\Omega, \mathcal{A}, \mathcal{F}_t, P)$, X_t, X_{t-1}, etc., étant connus. »

Concrètement, personne n'est avantagé par la connaissance du passé. On l'a vu, cela n'est pas dire que l'histoire et les conditions de la connaissance n'importent pas. Au contraire, elles sont intégrées par hypothèse dans les conditions du calcul et dans la série des prix $X_t, X_{t-1}, \ldots$ Si X est le gain cumulé correspondant à la capitalisation de la valeur de l'entreprise, la meilleure prévision de sa valeur future serait dans ces conditions sa valeur actuelle étant donné des instruments de cotation et les conditions qui font apprécier la valeur de l'entreprise.

Si on considère – à tort, car la structure de l'espace de probabilité filtré porte aussi quelque chose... – que tout est dans les prix, alors la série des prix apparaît seule porteuse de l'information nécessaire aux transactions. Dans ces conditions, dites d'efficacité informationnelle, on ne peut espérer un gain supplémentaire en faisant l'acquisition du titre[24]. Les variations boursières apparaissent alors sous l'apparence de tirages aléatoires sans mémoire : la Bourse évoluerait comme au hasard. Mais les conditions de la calculabilité sont – on vient de le voir – au

23. Pascal [2000], *Pensées*, frag. 397, p. 677 : « Le juste est de ne point parier [prête-t-il à son interlocuteur dans le fragment « Infini rien guillemotright]. — Oui, mais il faut parier. Cela n'est pas volontaire, vous êtes embarqué. »

24. Voir Fama [1965], [1970] et [1976], pour les premières définitions ; Grossman et Stiglitz [1980], pour des apories qu'elles comportent ; Walter [1996], pour une histoire du concept.

point aveugle d'une telle interprétation. Il est donc prudent de distinguer la manière dont on expose la chose dans le calcul financier et celle dont on la pose dans la théorie des espaces de probabilité filtrés.

3.4 La martingalisation des marchés

Reste à faire le point sur les résultats établis dans la théorie économique des marchés financiers. Je vais suivre ici la synthèse de Christian Walter [2006] qui constate que trois mouvements caractérisent la pensée économique et financière au XXe siècle. Jusqu'aux années 1970, les travaux dont il est question différaient par les outillages mathématiques qu'ils mobilisaient, mais aussi par les environnements institutionnels de leur diffusion : ici, des économistes ; là, des mathématiciens ; plus loin, des évaluateurs. Chacun avait sa propre panoplie de calcul. On pourrait consacrer plusieurs ouvrages à analyser les ancrages professionnels et institutionnels de ces groupes de compétences, les tensions entre eux, et les conditions toujours délicates de la circulation des problèmes, des objets et des techniques. La modélisation de l'équilibre économique caractérise le premier de ces mouvements qui va d'une statique [25] à une dynamique [26]. Il s'agissait là d'un cadre théorique général.

La deuxième trajectoire est celle de la modélisation des variations boursières au moyen de processus aléatoires, c'est-à-dire une analyse de la forme du phénomène, sans explication causale, qui vise à mettre au point une expression justifiée au plan mathématique et aussi adéquate que possible de la forme des trajectoires de cours observées sur des marchés réels. C'est bien sûr, au point de départ en 1900, la thèse de Louis Bachelier (1870-1946) [27] et ses prolongements [28], jusqu'à ceux de Paul A. Samuelson sur le modèle des fluctuations boursières selon une exponentielle de mouvements browniens [29].

Enfin le troisième mouvement concerne la finance des entreprises, et vise l'évaluation des actifs financiers et des entreprises, c'est-à-dire à établir un prix considéré comme juste à tout objet de négociation, bien ou titre. Ces travaux ont longtemps ignoré les recherches sur les processus aléatoires. Après Irving Fisher (1867-1947) et John B. Williams (1899-1989) [30], ces techniques d'analyse de la valeur des sociétés ont abouti à un modèle de l'évaluation financière d'un autre genre : la méthode des flux futurs de revenus actualisés (*discounted cash flow*) [31].

25. Walras [1874], Pareto [1896].

26. Arrow [1953], Arrow et Debreu [1954], Radner [1972]. Sur la formation du modèle d'Arrow (né en 1921) et Debreu (1921-2004), voir Guesnerie [2007]. Le mouvement que j'évoque ici est loin d'être linéaire, voir Cot et Lallement [2007]. Même observation pour les autres trajectoires évoquées dans la suite.

27. Bachelier [1900].

28. Cowles [1933], Working [1934], Kendall [1953], Osborne [1959], Alexander [1961], Cootner [1962].

29. Samuelson [1965a].

30. Fisher [1930], Williams [1938].

31. Gordon et Shapiro [1956], Gordon [1962].

Walter observe, à partir des années 1970, un désenclavement de ces trois mondes (chacun formant une ligne au tableau 3.3, ci-dessous). Il constate que c'est seulement deux à deux que ces trois domaines se sont rencontrés. En effet, avec Paul A. Samuelson, entre 1965 et 1973, on assiste à une reformulation en termes de martingale de la théorie de l'évaluation. Parallèlement, Stephen LeRoy, dès 1973, et Robert Lucas, en 1978, ont à leur tour posé dans un cadre de martingale le problème des modèles d'équilibre économique. D'autre part, une synthèse de la théorie de l'arbitrage et de l'évaluation financière est provenue des travaux de Stephen Ross, de Michael Harrison, de Daniel Kreps et de Stanley Pliska entre 1976 et 1981.

Tableau 3.3 : trois domaines de la théorie des marchés (d'après Walter [2006]).

	Domaines	Références	Spécialités
(A)	Équilibre économique	Arrow et Debreu	Théorie économique
(B)	Dynamique boursière	Samuelson	Mathématiques
(C)	Évaluation d'actifs	Gordon et Shapiro	Évaluation

Il est remarquable que deux de ces synthèses aient consisté à mobiliser le formalisme mathématique des martingales. Ainsi les méthodes de l'évaluation financière des sociétés provenues du calcul des valeurs actuelles des flux de Fisher et Williams, la ligne (C) du tableau 3.3, et les descriptions probabilistes des variations boursières, la ligne (B) du même tableau, ont été unifiées dans ce cadre formel. C'est la ligne (C & B), tableau 3.4, ci-dessous.

Tableau 3.4 : synthèses au cours des années 1970 et 1980 (d'après Walter [2006]).

	Synthèse	Principaux travaux
(C & B)	Évaluation & martingales	Samuelson [1965b] Samuelson [1973]
(A & B)	Équilibre & martingales	LeRoy [1973] Lucas [1978]
(A & C)	Équilibre & évaluation	Ross [1976] Harrison et Kreps [1979] Harrison et Pliska [1981]

Le calcul de l'évaluation repose sur l'estimation des revenus futurs, principe posé par John Maynard Keynes (1883-1946) quand il a discuté l'efficacité marginale du capital [32]. Un tel schéma consiste à calculer une valeur actuelle en

32. Keynes [1936], éd. 1982, p. 149-159.

rabattant depuis un avenir infini les futurs attendus. Il avait déjà été proposé par Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) dans ses recherches sur les rentes viagères au début des années 1680. Il avait qualifié de *rabat de rabat*, considérant, comme Keynes deux cent cinquante ans plus tard, que l'acquéreur achète « le droit à la série de revenus escomptés[33]. »

En notant F_t le flux de revenus que l'actionnaire reçoit à la date t, x un taux d'actualisation supposé constant et exogène, S_t le prix du titre à la même date, celui-ci est alors tenu pour[34] :

$$S_t = \frac{F_{t+1}}{1+x} + \frac{F_{t+2}}{(1+x)^2} + \cdots + \frac{F_{t+k}}{(1+x)^k} + \cdots = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{F_{t+k}}{(1+x)^k} \tag{3.3}$$

Cela étant posé, je vais suivre maintenant le commentaire de Walter [2006] qui repère les martingales mises en œuvre dans ces synthèses, en dégageant les éléments d'analyse que j'ai donnés aux chapitres précédents.

Samuelson a cherché à conjuguer l'évaluation financière conçue pour identifier des titres qu'il importe d'acheter ou de vendre, et l'analyse statistique des marchés qui constate des évolutions au hasard. Mais les évaluateurs ne prenaient pas garde au fait que F_{t+k} n'est connu qu'en probabilité, et que, par suite, il y avait sous-jacents dans ce calcul une structure probabiliste, un espace de probabilité au sens mathématique du mot, chose que la prudence de Keynes à distinguer l'actuel du futur aurait pourtant dû suggérer. Par cette voie, Samuelson a mis en évidence que plus les investisseurs évalueraient rigoureusement une société en utilisant la méthode des flux actualisés, plus les variations boursières seraient décorrélées. De là, cette proposition radicale, synthèse de l'évaluation et du calcul probabiliste :

> Les investisseurs qui s'informent [sur les conditions économiques réelles de l'entreprise] ont pour effet, par leurs achats et ventes de titres, de blanchir le spectre des variations boursières[35].

Plus les investisseurs seront compétents dans leurs estimations et responsables dans leurs décisions, plus la Bourse apparaîtra comme un jeu de pur hasard. Si tous les prix des sociétés étaient justes, c'est-à-dire exactement prévus, alors le marché serait aléatoire – incertitude prenant la forme d'un mouvement brownien (une structure laplaco-gaussienne, donc). Il s'agit du marché objectivé dans son ensemble, et donc de la probabilité du phénomène financier, telle que je l'ai définie au chapitre précédent[36]. Précisément, en admettant

33. Keynes [1936], même endroit ; Leibniz [1680-1683] ; sur le *rabat* leibnizien, voir Rohrbasser et Véron [2001], chap. 3. Sur l'importance de Leibniz quant à la formation de l'esprit économique, voir Elster [1975].

34. Sur cette méthode et sa discussion, voir La Chapelle [2007].

35. Samuelson [1973], p. 369.

36. Sur cette probabilité objective porte le paradoxe de l'efficacité informationnelle d'un marché commenté par Grossman et Stiglitz [1980].

d'une part que les évaluateurs auraient recours à la méthode des flux actualisés avec un taux d'actualisation quelconque x (formule 3.3, ci-contre) et que d'autre part le rendement y (*yield*) des titres de cette société (c'est-à-dire le rapport entre le dividende et le cours) serait stationnaire, Samuelson a montré que l'on pouvait faire apparaître le cours du titre S_t à la date t actualisé au taux $x - y$ sous la forme d'une martingale :

$$\frac{\mathbf{E}_{\mathcal{F}_t,\,P}(S_{t+1})}{(1+x-y)^{(t+1)}} \overset{\text{p.s.}}{=} \frac{S_t}{(1+x-y)^t}$$

Cela s'écrit plus simplement en définissant $S_t^\dagger = S_t/(1+x-y)^t$, le cours actualisé. On aboutit à une formule de martingale assez simple. C'est le résultat de la synthèse partielle (C & B), tableau 3.4, p. 65.

$$\mathbf{E}_{\mathcal{F}_t,\,P}(S_{t+1}^\dagger) \overset{\text{p.s.}}{=} S_t^\dagger \tag{3.4}$$

Comment le taux d'actualisation x est-il alors établi ? Les investisseurs suivent par exemple un modèle d'équilibre, tel le MEDAF/CAPM (modèle d'évaluation des actifs financiers ou *capital asset pricing model*) de William Sharpe et John Lintner, conçu au milieu des années 1960[37]. Ce taux x est alors considéré comme une donnée exogène. Samuelson le tenait alors pour constant. Le rendement y du titre devait être stationnaire. Cette première forme de martingale sur les marchés financiers était donc assez rudimentaire[38]. En particulier, l'équation précédente 3.4 ne dit rien sur l'équilibre entre la rentabilité et le risque du marché.

Walter observe ensuite que c'est au contraire en partant d'un raisonnement d'équilibre économique que LeRoy, en 1973, a retrouvé la propriété de martingale, mais pour un taux cette fois endogène. C'est le début de la synthèse partielle (A & B), tableau 3.4, p. 65. En 1978, Lucas a conçu un raisonnement plus général et obtenu l'équation fondamentale de l'évaluation qui relie les cours de Bourse S_{t+k} et les dividendes futurs D_{t+k}. Mais ce résultat impose l'introduction d'un coefficient d'actualisation aléatoire (en anglais *stochastic discount factor*) noté α qui est maintenant endogène[39].

$$\mathbf{E}_{\mathcal{F}_t,\,P}\left[\alpha_{t,\,t+1}(S_{t+1}+D_{t+1})\right] \overset{\text{p.s.}}{=} S_t \tag{3.5}$$

Il s'agit d'un équilibre général. C'est un schéma classique d'optimisation des consommations. Dans cette équation 3.5, le coefficient d'actualisation aléatoire $\alpha_{t,\,t+1}$ est estimé par le rapport des utilités marginales de la consommation agrégée aux temps t et $t+1$: c'est le « noyau de l'évaluation par le marché »

37. Sharpe [1964], Lintner [1965]. Pour un récent état des lieux : La Chapelle [2007].
38. Pour sa critique, y compris du point de vue empirique, voir Shiller [1981], LeRoy et Porter [1981], LeRoy [1989].
39. Lucas [1978].

(*market pricing kernel*). Au temps présent, $\alpha_{t,\,t} = 1$. Si on considère maintenant $S^*_{t+k} = \alpha_{t+k}(S_{t+k} + D_{t+k})$, il s'agit cette fois encore, mais dans les hypothèses posées par Lucas, du cours actualisé. On a au passage, pour le temps présent, $D_t = 0$ et par suite $S^*_t = S_t$. On aboutit à une nouvelle expression d'une propriété du type martingale. Elle est comparable à l'équation 3.4. C'est l'aboutissement de la synthèse partielle (A & B), tableau 3.4, p. 65 :

$$\mathbf{E}_{\mathcal{F}_t,\,P}(S^*_{t+1}) \overset{\text{p.s.}}{=} S^*_t \tag{3.6}$$

Dans le modèle d'Arrow et Debreu appliqué à la finance et où l'aspect stochastique n'intervient pas[40], le prix de tout actif peut s'écrire comme une combinaison linéaire unique de biens élémentaires, en l'occurrence des titres élémentaires (*primitive assets*) dont les coefficients sont des pondérations, notées e_ω, qui traduisent l'état des biens considéré, ω.

$$S_t = \sum_{\omega} \left[S_{t+1}(\omega) + D_{t+1}(\omega)\right] e_\omega \tag{3.7}$$

Il est possible de développer l'équation de Lucas 3.5 en considérant pour ces différents états, ω, leur probabilité, $P(\omega)$. On obtient alors :

$$S_t \overset{\text{p.s.}}{=} \mathbf{E}_{\mathcal{F}_t,\,P}(S_{t+1} + D_{t+1}) = \sum_{\omega} \alpha_{t,\,t+1}(\omega)\left[S_{t+1}(\omega) + D_{t+1}(\omega)\right] P(\omega) \tag{3.8}$$

On est tenté de rapprocher la linéarité de l'équation 3.7 et la décomposition élémentaire de l'espérance mathématique dans l'équation 3.8[41]. Elle fait écrire le noyau α à la manière des actifs d'Arrow et Debreu.

$$\alpha_{t,\,t+1}(\omega) = \frac{e_\omega}{P(\omega)}$$

Ainsi Walter constate-t-il, à la charnière des années 1980, une nouvelle étape. La réinterprétation du noyau et des prix d'Arrow et Debreu au moyen du calcul des probabilités a de nouveau bousculé la finance mathématique. On a dès lors réinterprété les prix des états du monde d'Arrow et Debreu comme des valeurs d'une probabilité particulière propre à un marché arbitré[42]. On passe d'une probabilité propre au monde observé (on la note habituellement, comme ici, P) à une nouvelle mesure de probabilité qu'il faut maintenant interpréter (on la note Q).

40. Voir Guesnerie [2005] et [2006].
41. Walter [2006] qui commente Cochrane [2001], Föllmer et Schied [2002] et, en langue française, Dana et Jeanblanc [1998], Quittard-Pinon [2003]. Le cours de Guesnerie [2005] offre également une synthèse générale à ce sujet.
42. Ross [1976], Harrison et Kreps [1979], Harrison et Pliska [1981].

Cette modification requiert l'attirail du calcul intégral et différentiel stochastique, en particulier l'opérateur (connu des spécialistes) dit de Radon-Nikodym. Il s'agit d'un changement de probabilité noté L. On en saisit le principe en songeant au cas d'un temps discret : L est alors défini par le rapport des mesures Q et P : $L_t = Q_t/P_t$. De cette manière, on passe du monde observé à un monde dual maintenant caractérisé par Q.

Parmi les théoriciens, d'un point de vue intuitif, ce monde dual est considéré comme un univers « psychologique » dans lequel les agents seraient aussi indifférents à la chance d'un gain qu'au risque d'une perte, la mesure de la probabilité absorbant le risque. Cette interprétation en termes de neutralité psychologique à l'égard des aléas est exprimée dans la terminologie de langue anglaise par l'expression *risk neutral probability* – souvent extrapolée sans fondement sur la base du mot à mot en français[43]. Dans ce cadre-ci, l'actualisation est calculée au moyen d'un taux d'intérêt qui n'a pas lieu d'intégrer de prime de risque.

Par la transformation des équations d'évaluation précédentes propres aux phénomènes en de nouvelles équations écrites dans le monde dual fondé sur la probabilité Q (et interprétées en termes psychologiques), Harrison, Kreps et Pliska ont posé les fondements de l'évaluation moderne des actifs financiers : le juste prix de tout actif financier n'est alors rien d'autre que l'espérance mathématique de sa valeur future calculée cette fois avec la probabilité Q, et actualisée au moyen d'un taux d'intérêt sans prime de risque, comme celui du marché monétaire.

Du point de vue de la dynamique boursière, toutes les martingales écrites avec la probabilité P et un taux d'actualisation incluant une prime de risque se transforment ainsi en martingales avec la probabilité Q et un taux d'actualisation sans prime de risque : en résumé, on passe de P-martingales à une Q-martingale au moyen de l'opérateur L, et la possibilité même de ce passage provient de l'existence d'un marché arbitré à l'équilibre, c'est-à-dire dans lequel il n'y a plus aucun arbitrage à effectuer (*absence of opportunity of arbitrage*). La nouvelle relation sur les prix actualisés devient une martingale fondée sur la probabilité Q. C'est cette fois le résultat de la troisième synthèse partielle entre l'évaluation des actifs et la théorie de l'équilibre économique, (A & C), tableau 3.4, p. 65.

$$\mathbf{E}_{\mathcal{F}_t,\,Q}(S^{\bullet}_{t+1}) \overset{\text{p.s.}}{=} S^{\bullet}_t \tag{3.9}$$

Il importe de souligner que dans les trois équations de martingale qui correspondent à chacune de ces synthèses, 3.4, 3.6 et 3.9, la définition des prix S_t est différente (ce que j'ai voulu préciser avec les notations $S^{\dagger}_t$, S^{*}_t et $S^{\bullet}_t$) et la structure probabiliste porte sur des objets distincts, ce que symbolise la

43. Dans son travail de mise en ordre du corpus de la théorie financière, Christian Walter constate que les expressions en langue anglaise, traduites dans un mot à mot approximatif, opèrent en français coupées de leur étymologie, favorisant des malentendus inextricables.

distinction entre P et Q. *On ne saurait donc considérer qu'il existerait une structure mathématique unifiée où l'on passerait d'un des trois résultats à un autre.* Vaste chantier que celui de la stochastique mathématique des finances, et par suite de l'économie...

Ainsi le cadre qui vient d'être tracé n'est pas à proprement parler mathématique, mais épistémologique et par suite sociologique. Mon propos vise la structure d'une théorie et les conditions de sa mise en œuvre concrète, non pas une équation générale ni une structure mathématique unifiée. Ce cadre est d'autant moins mathématique que d'autres formes de calculs avancés sont connus aujourd'hui à propos des finances qui visent la morphologie générale du phénomène, et non l'analyse des rapports entre les agents et ce phénomène – l'objet de mon propos. Ce sont par exemple les travaux sur les effondrements de systèmes complexes de Didier Sornette qui, pour le moins, ont eu la vertu d'annoncer dans un cadre rigoureux une chronologie assez conforme à ce qu'on a observé en 2007-2008[44].

Au bilan de cette ébauche du renouvellement de la théorie mathématique des finances au cours des dernières décennies, on en vient à deux approches homogènes de l'incertitude financière, constat qui aura tout de même demandé près d'un siècle de recherches collectives. L'une, issue des deux synthèses (C & B) et (A & B) aboutit à une propriété de martingale et porte sur la probabilité du phénomène financier. L'autre, issue de la troisième, (A & C), s'exprime de même par une propriété de martingale homologue et traduit la sensibilité au risque des agents (voir le tableau 3.5, ci-dessous)[45].

Tableau 3.5 : martingales et théories financières (d'après Walter [2006]).

	Taux hypothétique	Probabilité	Martingale
(C & B)	Constant et exogène	P (phénomène)	$\mathbf{E}_{\mathcal{F}_t,P}(S^{\dagger}_{t+1}) \overset{\text{p.s.}}{=} S^{\dagger}_t$
(A & B)	Aléatoire et endogène	P (phénomène)	$\mathbf{E}_{\mathcal{F}_t,P}(S^{*}_{t+1}) \overset{\text{p.s.}}{=} S^{*}_t$
(A & C)	Sans prime de risque	Q (duale)	$\mathbf{E}_{\mathcal{F}_t,Q}(S^{\bullet}_{t+1}) \overset{\text{p.s.}}{=} S^{\bullet}_t$

Il est remarquable que l'attention qu'a portée Keynes (1936), habile probabiliste[46], à établir une théorie de la valeur construite sur le *rabat* de Leibniz ait finalement abouti à une structure générale de la théorie économique fondée,

44. Sornette [2003] et [2005].

45. Walter [2006] indique d'autres développements qu'il n'est pas nécessaire de reprendre ici pour mon propos.

46. Keynes [1936]. Keynes a publié *A Treatise on probability* [1921] dont on peut considérer qu'il est à l'arrière-plan philosophique de sa théorie économique. Voir à ce sujet Runde et Mizuhara [2003], ou par une autre voie Favereau [1985]. Je ne dis pas pour autant que Keynes appliquait à la lettre dans les années 1930 des calculs qu'il aurait trouvés dans des manuscrits de Leibniz en fait publiés plus tardivement... L'enquête sur la formation du schéma de *rabat* chez Leibniz et sa transmission indirecte parmi les savants européens pendant deux ou trois siècles reste à entreprendre.

quant au phénomène global comme à la conduite des agents, sur des propriétés de martingales, c'est-à-dire sur une expression particulièrement sophistiquée de l'optimisme leibnizien.

Mais ces résultats sont récents, et c'est seulement depuis les décennies 1990-2000 que les diverses voies de systématisation du calcul mathématique stochastique offrent la possibilité de reformuler la théorie de la valeur de Keynes dans ce cadre que lui-même ne pouvait avoir à l'esprit. Le grand économiste, sur l'arrière-plan de l'état de l'art du calcul des probabilités avant 1914 et de l'histoire du raisonnement probabiliste jusque-là, sur celui de la pensée économique de l'entre-deux-guerres, a élaboré une théorie de la valeur dont la réception parmi les évaluateurs, après tant de détours, a conforté le bien-fondé d'une hypothèse radicale qu'il était alors impossible de mettre à l'épreuve avec le calcul de l'époque : celle du fondement probabiliste des phénomènes financiers et économiques.

3.5 Où résident les conventions stochastiques

À l'issue de ce bilan éclairant, Christian Walter aboutit à ce constat :

> Tout cela, par quelque manière qu'on l'aborde, entre dans le cadre de la théorie des martingales, en sorte que l'on peut considérer que la percée conceptuelle des années 1980 a été la compréhension profonde de la puissance de la forme martingale pour l'explication générale des phénomènes financiers et leur unification. De la même façon qu'au XIXe siècle la statistique était passée de la recherche de moyennes à une moyennisation systématique des variables, l'on peut dire que la finance du XXe siècle est passée de la recherche de martingales sur les marchés à une « martingalisation » systématique des variations boursières – la martingale remplissant ainsi pour la finance du XXe siècle le rôle de la moyenne pour la statistique du XIXe siècle [47].

La conclusion rejoint celle, contemporaine, de l'historien des techniques de calcul, Donald Mac Kenzie, qui, sans en passer par une analyse interne de la théorie financière récente, constate sur le terrain que les modèles mathématiques ne photographient pas les marchés, mais qu'ils les animent : « *An Engine, not a Camera* », récapitule-t-il en tête de son ouvrage récent [48]. Le philosophe Wolfgang Pircher avait formulé un constat comparable à propos de l'histoire de l'argent, le considérant finalement comme une machinerie sociale : « *Sozialmaschine Geld* [49] ». Ces travaux renouent par leurs conclusions avec le dialogue sociologique tenu en 1934 entre Marcel Mauss et François Simiand [50].

47. Walter [2006], p. 386. Sur ce processus de *moyennisation* du monde, voir Porter [1986], Hacking [1990], Brian et Jaisson [2007a] (résumé plus haut, p. 25-28). Les effets de cette moyennisation sur la théorie économique seront discutés au chapitre suivant qui récapitule Walter et Brian [2007a].

48. Mac Kenzie [2006].

49. Pircher [2000].

50. Le dialogue faisait suite à la publication de Mauss [1925] et Simiand [1932], voir le chapitre 1.

Aller au-delà de ce constat de convergence jusqu'à une réflexion plus générale sur les rapports entre économie, techniques et information appelle un réexamen de conclusions aujourd'hui dispersées, voire l'ouverture de chantiers nouveaux[51]. Mais pour ce qui concerne mon propos sur l'incertitude économique, il est possible, partant du constat tracé par Walter, de revenir au cadre d'analyse discuté au chapitre précédent. L'analyse interne des renouvellements de la théorie financière au cours des dernières décennies, en effet, conduit à distinguer deux domaines dans lesquels les règles de martingales ont été élaborées.

C'est tout d'abord l'analyse globale de la logique des marchés financiers dont deux variantes fondées au moyen d'hypothèses opposées sur le caractère exogène ou endogène du taux d'actualisation sont dans le premier cas la synthèse de l'évaluation des actifs et de la dynamique boursière (C & B) de Samuelson, et dans le second la synthèse de l'équilibre économique et de la même dynamique boursière (A & B) chez LeRoy et Lucas. Ces théories portent sur la morphologie générale des marchés, et les martingales en question traduisent la probabilité du phénomène, au sens où cette formule a été employée au chapitre précédent.

C'est, en second lieu, l'analyse du marché arbitré à l'équilibre à la suite de Harrison, Kreps et Pliska qui prend pour référence des agents indifférents aux aléas des gains et des pertes (A & C).

En fait, Walter [2006] se proposait « de rendre raison de cette notion de noyau [*kernel*] en terme de convention keynésienne » (p. 381). Dialoguant avec son article, je propose ici même pour ainsi dire l'inverse : c'est-à-dire de considérer les conventions keynésiennes comme des conventions stochastiques au sens qui vient d'être indiqué, cela une fois constaté les itinéraires collectifs de la théorie financière au siècle dernier. Dans le cadre posé ici, en effet, un calcul ou une institution sont deux occurrences du concept plus général d'instrument symbolique.

On a beaucoup employé le terme de convention en économie – tout particulièrement à l'encontre du calcul lui-même, il en sera question au chapitre suivant. La définition de la *convention stochastique* que je retiens (stochastique renvoyant ici au fondement du phénomène économique et non à tel choix de méthode mathématique homonyme contemporaine[52]) est l'ensemble des préconditions (implicites et explicites : des institutions et des calculs par exemple) au moyen desquelles les agents répondent à l'incertitude des phénomènes auxquels ils font face. À ce titre, l'édifice des propriétés de martingale repérées dans la théorie des marchés financiers relève de la qualification de convention stochastique.

Or les conventions que désigne Keynes dans la section IV de son chapitre 12 sur « L'état de la prévision à long terme » entrent dans la même définition, sans qu'il soit possible d'y opérer une distinction entre les cadres institutionnels et les

51. Pour un état des lieux récent sur la philosophie des machines et des techniques, voir la *Revue de synthèse*, n° 1, 2009 : *Machines. Objets de connaissance*.

52. Cette conception épistémologique est analysée dans Brian et Jaisson [2007b]. Les méthodes mathématiques contemporaines sont par exemple les processus stochastiques. Les deux emplois remontent à Jakob Bernoulli (1713).

calculs. Il faut en effet lire cette section de la *Théorie générale* en tenant compte de ce qu'elle est prise dans le carcan que constituaient alors les raisonnements fondés sur la moyenne, l'état du calcul des probabilités, et ce qu'on pouvait alors lui associer à la pensée économique en vue d'énoncer les conditions à la fois épistémologiques, techniques, institutionnelles et pratiques de la prévision financière [53].

Aujourd'hui, alors que la martingalisation des finances a produit un paradigme différent de celui du queteléisme – système de représentation gouverné par le concept de moyenne qui s'était imposé au fil du XIXe siècle – il est possible de renouveler la lecture de ces pages non pour les « martingaliser » étroitement, mais pour distinguer le mot de convention de son acception la plus strictement institutionnelle, voire juridique.

Ce que visait Keynes est précisément la finitude de l'entendement humain, constat auquel un spécialiste de la philosophie des probabilités tel que lui ne pouvait échapper. La matière des conventions keynésiennes est polymorphe. Elles opèrent dans la pratique. Plutôt que de prendre le risque de forger une métaphysique en couvrant toutes les conditions pratiques de l'activité économique du générique de « convention », il convient de les analyser. Pour ce faire, je suis parti de la proposition d'ordre ontologique formulée au premier chapitre. C'est le moment de relire les pages de la *Théorie générale* déjà mentionnées.

> Dans la pratique, nous sommes tacitement convenus, en règle générale, d'avoir recours à une méthode qui repose à vrai dire sur une pure *convention.* Cette convention consiste essentiellement – encore que, bien entendu, elle ne joue pas toujours sous une forme aussi simple – dans l'hypothèse que l'état actuel des affaires continuera indéfiniment à moins qu'on ait des raisons définies d'attendre un changement. Ceci ne signifie pas que nous pensions réellement que l'état des affaires continuera indéfiniment. [...] Nous ne pouvons pas non plus donner à notre attitude un caractère rationnel en disant qu'un homme en état d'ignorance n'a qu'une chance sur deux de se tromper et qu'il subsiste par conséquent une prévision moyenne du point de vue actuariel basée sur des probabilités égales. [...] Dans la pratique nous supposons, en vertu d'une véritable convention, que l'évaluation actuelle du marché, de quelque façon qu'elle ait été formée, est la seule *correcte*, eu égard à la connaissance actuelle des faits qui influeront sur le rendement de l'investissement, et que ladite évaluation variera seulement dans la mesure où cette connaissance sera modifiée ; encore que sur le plan philosophique une telle évaluation ne puisse être la seule correcte, car notre connaissance actuelle ne saurait fournir la base d'une prévision calculée mathématiquement. [...] Néanmoins la méthode conventionnelle de calcul indiquée ci-dessus est compatible avec un haut degré de continuité et de stabilité dans les affaires, *tant que l'on peut compter sur le maintien de la convention.* [...] Ce fut, nous en sommes convaincu, suivant un tel processus que se sont développés nos principaux marchés financiers. Mais il ne faut pas s'étonner qu'une convention, si arbitraire d'un point de vue absolu, ait ses faiblesses. C'est

53. Sur cette époque, et ce « carcan », Brian et Jaisson [2007a]. Voir plus haut, p. 25-28.

> de sa précarité que proviennent une grande partie des difficultés que l'on éprouve aujourd'hui à maintenir un volume d'investissement suffisant [54].

L'approfondissement des travaux sur la possibilité d'appliquer la théorie des martingales à la modélisation financière a ainsi exploré par une voie strictement mathématique ce cadre que Keynes qualifiait de conventionnel. La théorie mathématique des martingales, appliquée à la logique des marchés financiers offre à la théorie économique actuelle une série homogène de cadres conceptuels [55]. Trace formelle commune, la propriété de martingale (ci-dessous) opère à la manière d'une forme symbolique ou d'une forme élémentaire.

$$\mathbf{E}_{\mathcal{F}_t,P}(S_{t+1}) \overset{\text{p.s.}}{=} S_t$$

Il faut ici renouer avec la stupéfaction de Pascal face à sa géométrie du hasard : calculer sur l'incertain, ce n'est en rien faire disparaître le principe d'incertitude dans le calcul. C'est au contraire le circonscrire, le traduire et en indiquer des propriétés démontrables. Si bien que les interprétations les plus courantes des résultats de martingales en finance sont généralement fausses. Elles présupposent en effet, sans y prendre garde, que l'agent serait conforme, parce qu'il pourrait calculer ou bien parce que tout se passerait comme s'il calculait, qu'il aurait ainsi fait disparaître l'incertitude. Orgueil de technicien du calcul, et non certitude de géomètre ! Et n'essayez pas d'échapper à la nasse en sortant un cygne noir du chapeau, ou en invoquant à la dernière minute on ne sait quelle extraterritorialité de l'économie et de la finance à l'égard du raisonnement mathématique, comme si l'illusion consistant à accorder l'omniscience à l'agent économique avait pour ultime justification le fait qu'il ne s'agirait pas de mathématique. Nous sommes embarqués... dans la recherche de la vérité, voilà tout.

Le travail des mathématiciens probabilistes depuis Pascal a consisté au contraire à conceptualiser ce qui tient lieu, en l'occurrence, de limites des capacités de la connaissance des agents. C'est pourquoi il est de première importance de noter explicitement $\mathbf{E}_{\mathcal{F}_t,P}$ et $\overset{\text{p.s.}}{=}$ qui sont les traces de la construction formelle actuellement la plus stricte en matière d'incertitude.

Tant que le calcul porte sur la probabilité P, ou bien sur celle propre au phénomène considéré à la manière de LeRoy et Lucas et récapitulé par la martingale 3.6, ou bien sur celle liée aux hypothèses plus simples sur le taux d'actualisation chez Samuelson qui conduisent à la formule 3.4, p. 67, il s'agit de l'incertitude et de la probabilité du phénomène.

Quand il porte, après Ross, Harrison, Kreps et Pliska, sur le risque subjectif, aboutissant à la martingale 3.9 construite sur la probabilité duale Q, il est question de propriétés accordées à l'agent. On est cette fois dans le domaine de

54. Keynes [1936], éd. 1982, p. 164-165. La dernière phrase fait allusion aux années qui ont suivi la crise de 1929.

55. On l'a vu, ils ne sont non pas identifiés les uns aux autres trait pour trait, l'admettre relèverait d'une surinterprétation métaphysique (étant entendu que la « physique » dont il s'agit est celle des marchés financiers).

la probabilité subjective au sens élargi que j'ai proposé au chapitre précédent, et dans celui de l'approche de l'incertitude du point de vue de l'agent.

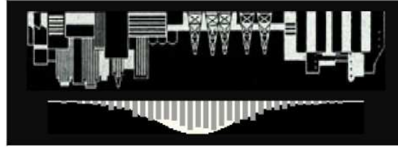
Sans doute faut-il éviter ici le qualificatif usuel de « psychologique » qui en économie n'est qu'un cache-misère : ce qui ne paraît pas relever de l'objectivité du phénomène y est en effet renvoyé à une vague notion de subjectivité que couvre l'évocation de la discipline psychologique. Derrière ce voile, c'est précisément une théorie du sujet, centrée sur la relation de l'agent au phénomène, qui se dérobe[56]. L'affinité de la structure du raisonnement propre à l'état actuel de la théorie des marchés financiers quant au phénomène d'une part et quant à l'agent d'autre part est dès lors compatible avec le cadre épistémologique que j'ai proposé au chapitre précédent (c'est le schéma de la figure 3.1, ci-dessous).

Figure 3.1 : martingale de l'agent et martingale du phénomène.

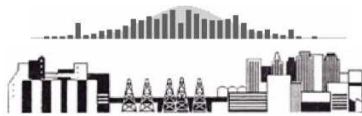
Probabilité subjective de l'investisseur

$$\mathbf{E}_{\mathcal{F}_t,Q}(S^{\bullet}_{t+1}) \overset{\text{p.s.}}{=} \mathbf{E}_{\mathcal{F}_t,Q}(S^{\bullet}_t)$$

α







Φ

$$\mathbf{E}_{\mathcal{F}_t,P}(S^{*}_{t+1}) \overset{\text{p.s.}}{=} \mathbf{E}_{\mathcal{F}_t,P}(S^{*}_t)$$

Probabilité du phénomène financier

Ici le repérage du double circuit de l'action et de l'objectivation (discuté au chapitre précédent) permet de préciser que l'ajustement de l'offre et de la demande, sur un marché financier, procède de la nature stochastique in-

56. On cherche parfois à renouveler ce recours à une psychologie en allant à la découverte d'un chaînon manquant entre l'économie et les sciences cognitives. Vaste programme ! Il conviendrait avant de s'y engager de prendre le temps de déconstruire ce que l'économie d'une part et la psychologie ou les sciences cognitives d'autre part peuvent avoir dû, tout au long de leur histoire, à des cadres de raisonnement probabilistes plus ou moins explicites. J'imagine qu'on en reviendrait par cette voie aux constats que je fais ici.

trinsèque du phénomène et du rapport incertain qu'entretiennent nécessairement les agents à ce phénomène. Cette caractéristique, dans le cadre théorique contemporain, est en fait portée par la structure des espaces de probabilité filtrés dont il est indispensable de faire l'hypothèse pour dégager les propriétés de martingales propres à la logique des marchés financiers.

À ce titre, le cadre épistémologique proposé et la théorie actuelle des marchés financiers conduisent à constater que sont nécessaires les *tremblements aléatoires de la main invisible.* Dès lors, rapprochant Keynes et Samuelson, il est pertinent de réviser et de reformuler l'interprétation que le second avait donnée de son résultat en forme de martingale. Par contraposition de la proposition citée plus haut, les fluctuations non aléatoires d'un marché boursier apparaissent devoir être mises sur le compte de la non-conformité de la probabilité subjective des investisseurs au principe de martingale.

On aboutit à cette martingalisation de l'incertitude économique qui gouverne des pans entiers de l'activité économique et financière : mieux les probabilités subjectives des agents sont établies [57], plus la distribution de la probabilité du phénomène boursier est proche d'un aléa formel [58].

Mais les limites de l'agent sont très diverses. Keynes en a donné plusieurs exemples dans sa *Théorie générale.* On peut songer à son information, aux méthodes techniques auxquelles il a recours sans calculer, à la compétence des experts mobilisés, au sérieux des décisions prises, enfin à tous les effets que peut induire l'organisation des rapports entre les différents protagonistes des décisions et les tensions entre eux – autant de registres où l'action coercitive de la société s'exerce sur l'agent, action qui prend typiquement la forme d'un ajustement à la propriété de martingale duale sans prime de risque.

Certes ce conformisme – les investissements et les efforts qu'il appelle – n'est pas tout à fait vain, mais il ne peut épuiser l'incertitude du phénomène. Ce constat paraît avoir gouverné le scepticisme d'un Taleb [2008]. Le sociologue est tenté de lui répondre « *business as usual... social business of course* », étant entendu que la réponse humaine à l'incertitude des phénomènes paraît bien être au fondement de la coercition qui caractérise les faits sociaux [59]. Le conformisme économique ne peut que circonscrire l'incertitude, mais non pas l'effacer.

Keynes n'ignorait pas que l'entendement humain comportait des limites, certes mouvantes : c'est le principe de son recours à l'idée de convention.

Condorcet savait que le calcul des probabilités ne pouvait procurer aucune connaissance parfaite du futur, mais seulement un précieux moyen d'« oppos[er] le hasard à lui-même [60]. » Si bien que le principe d'incertitude qui vient d'être indiqué n'est *jamais accompli.*

La mobilisation des techniques mathématiques de martingales procure seulement – mais c'est déjà beaucoup – le moyen de préciser les conditions de cette nécessité et d'esquisser une action raisonnablement justifiée. Elle ne peut

57. C'est-à-dire plus elles sont conformes à la martingale 3.9.
58. Cette fois plus la logique du marché est conforme aux martingales 3.4 ou 3.6.
59. Brian et Jaisson [2007b].
60. Condorcet [1793/2004], p. 437.

faire disparaître ni le principe de l'incertitude ni les limites de la connaissance accordée aux agents. Dès lors les agents peuvent agir *conformément* à un idéal de la propriété de martingale quant à la probabilité subjective.

Par suite, *le marché ne sera jamais tout à fait conforme à l'idéal de la propriété de martingale* quant à la probabilité du phénomène financier. Le point délicat est ici : c'est précisément parce qu'il apparaît au mieux réglé selon une double propriété de martingale particulièrement simple, que le marché ne peut être vraiment blanc. Le principe de martingale dans la théorie financière n'est donc pas réaliste. La raison en est la logique même des marchés telle qu'elle apparaît gouvernée par des propriétés de martingales – là est le véritable paradoxe.

Placé dans un cadre épistémologique attentivement posé, ce n'est pas le blanchiment du spectre des variations boursières qui appelle l'attention, mais seulement la *tendance* au blanchiment, et cela pour autant que les conventions stochastiques soient stables, et étant entendu qu'il est certain que ce blanchiment ne sera jamais atteint.

Voici une brèche qui peut conduire vers une théorie réaliste du marché : *non seulement la main invisible ne peut que trembler*[61]*, mais encore tremble-t-elle à côté du lieu où on l'imagine au repos*[62]*, et à la merci de changements dans les conditions qui font indiquer ce lieu*[63].

61. En d'autres termes, l'épistémologie de l'incertitude prime sur l'établissement des lois économiques.

62. L'écart procède des limites de la connaissance des agents.

63. Ce sont les conventions stochastiques au sens employé dans ce livre.

Deuxième partie

Incertitudes des marchés et attentes des agents

Chapitre 4

Économie ou finance ?

Au printemps 2007, nous écrivions[1] :

> Les fortes fluctuations boursières et les variations erratiques de la volatilité que l'on a observées depuis quelques années sur les marchés financiers ont fait surgir de nouveau chez les professionnels, mais également dans le grand public, un certain nombre de questions, d'ailleurs récurrentes en économie, sur la pertinence du niveau des cours de bourse en regard des facteurs fondamentaux de la rentabilité des entreprises et des conditions du contexte économique dans lequel s'inscrit l'activité commerciale. Les cours de bourse apparaissent dès lors affranchis de tout rapport avec une valeur supposée *fondamentale* des sociétés ou des actifs cotés et négociés. Ils seraient comme situés en dehors de la réalité de l'économie, dans un ailleurs virtuel où cette réalité ne trouverait pas sa place, remplacée par la versatilité de l'imaginaire d'opérateurs irresponsables[2].

Deux ans plus tard, la crise financière de l'automne 2008 accomplie, ces doutes publics n'ont cessé de se renforcer. Il est donc utile, maintenant que le cadre épistémologique est posé[3], de revenir sur ce précédent ouvrage. L'alternative entre une économie véritable et une finance artificielle n'est en effet qu'une première approche du problème qui nous intéresse, une manière de l'effleurer sans véritablement entrer dans la matière.

Celui-ci peut être posé en ces termes : une fois son fondement probabiliste reconnu, jusqu'à quel point y a-t-il une logique propre au phénomène économique et financier, et comment les agents l'éprouvent-ils ? C'est l'objet de cette

1. Ce chapitre-ci part du livre collectif Walter et Brian [2007a]. Ce « nous » désigne les deux codirecteurs de la publication. Je reprends et réorganise pour mon propos des éléments fournis dans le livre de 2007 par les spécialistes des principales approches économiques et financières de la valeur fondamentale qui y ont contribué : La Chapelle [2007], Challe [2007], This Saint-Jean [2007], Hyme [2007], Galam [2007], Tadjeddine [2007] ; et bien sûr nos propres arguments : Walter et Brian [2007c], Brian et Walter [2007].

2. Walter et Brian [2007b], p. 1.

3. Chapitre 1 à 3, p. 3-78.

seconde partie qui passe par un examen critique de la distinction entre l'économie dite réelle et les finances (ce chapitre-ci), puis par un examen de la morphologie de l'incertitude sur les marchés financiers (chapitre 5), enfin par une analyse de l'appréhension subjective de cette incertitude, c'est-à-dire par des propositions visant ce que j'ai appelé probabilité subjective (chapitre 6).

Affirmer *a priori* que l'effondrement des cours prouverait l'inanité du calcul ou encore que, quoi qu'on établisse, on demeurerait à la merci d'un imprévu radical, cela ne serait d'aucun secours : on ne ferait qu'écarter la question sans se donner le moyen de la traiter. Je ne peux que laisser les défenseurs de ces positions à ces courtes métaphysiques et les inviter à affronter les trois siècles qui nous précèdent de raisonnements probabilistes pour ainsi dire post-pascaliens[4].

La démarche suivie dans ce livre ne consiste pas à considérer le calcul des probabilités comme une option technique qu'on pourrait choisir ou non, ou encore dont on adopterait telle bribe de procédé commode sans en assumer les hypothèses. Il s'agit au contraire de poser le constat du caractère stochastique des phénomènes économiques et financiers et de prendre au sérieux ses conséquences quant aux réponses des agents à cet état de fait – y compris la possibilité du raisonnement probabiliste, afin de rendre raison de la morphologie des phénomènes financiers et des formes prises par les actions des agents.

Les trois chapitres précédents montrent qu'une telle hypothèse peut procurer un élargissement de l'état actuel de la théorie. L'expérience de l'effondrement de l'année 2008 suggère sans doute qu'une fois les techniques de prévision épuisées, il est grand temps de prendre à bras le corps la question de la prévisibilité des finances[5].

4.1 Limites de l'efficacité informationnelle

En vue d'établir ce que la théorie considère comme la valeur fondamentale d'un actif, la technique spécialisée consiste, on l'a vu, à estimer la valeur actuelle de flux futurs. C'est la formule 3.3, p. 66 :

$$S_t = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{F_{t+k}}{(1+x)^k}$$

Le calcul admis consiste ensuite à greffer sur cette formule une *mesure* du phénomène observé, F_{t+k}, qui, implicitement, induit des hypothèses particulières sur les lois de probabilités que devraient suivre les cours. F_{t+k} en effet n'est accessible au calcul qu'en espérance mathématique, et l'établissement de cette espérance présuppose pour le moins un espace probabilisé sous-jacent (et de manière plus générale un espace probabilisé filtré) puis, dès qu'on passe au

4. Le lecteur qui, sur mes conseils de l'avant-propos, arriverait directement ici et qui s'étonnerait de cette invitation peut, s'il veut bien ne pas renoncer à la lecture, passer par les chapitres précédents.

5. Nous annoncions ce programme dans Brian et Walter [2008].

calcul une fois cette base posée, des hypothèses sur la distribution de l'incertitude considérée, c'est-à-dire sur la loi de probabilité des F_{t+k}.

Il est d'usage de peu s'en soucier parce que la combinaison de ces calculs opère effectivement à la manière d'une sédimentation de l'histoire des mathématiques, des théories économiques et des techniques financières, et non pas à celle d'un examen critique systématique. Force est de constater que cet héritage est adopté sans qu'on en ait fait véritablement l'inventaire. Toutefois – on l'a vu au chapitre 3 – il est aujourd'hui communément admis chez les spécialistes que l'on peut approcher les phénomènes financiers munis non pas de telle loi de probabilité particulière, mais de structures mathématiques probabilistes plus générales.

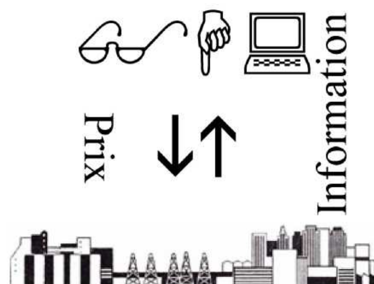
L'ouverture du choix de la probabilisation offert depuis déjà quelque temps par la théorie ne va pas sans susciter de réelles incompréhensions. Ainsi a-t-on pu récemment écrire à cet égard pour dénigrer le raisonnement probabiliste : « s'ouvre alors le concours Lépine de la densité (loi) de probabilité la plus "réaliste" [6]. » Il faut donc y revenir en songeant au dialogue entre Condorcet et son aîné Turgot (1727-1781), dialogue antérieur aux formulations probabilistes particulières du début du XIXe siècle, et initiateur de la réflexion fondatrice du géomètre.

> En général dans les mathématiques, et principalement dans l'analyse, on exige seulement des démonstrations qu'elles soient rigoureuses, et comme il importe surtout d'aller en avant, on ne s'arrête pas à résoudre les difficultés métaphysiques qui se présentent, parce qu'on est sûr que l'habitude du calcul fera disparaître l'incertitude que ces difficultés semblent répandre.
> M. Turgot eût voulu qu'on dissipât jusqu'aux plus petites obscurités ; il eût voulu encore que l'analyste rendît compte des motifs qui lui font employer les opérations qui le conduisent à son but, qu'il montrât par quelles raisons il les a préférées, et par quelle suite de raisonnement elles se sont présentées à lui. [...]
> On peut sans doute se dispenser de ces discussions si on ne regarde l'analyse que comme une science particulière, ou un instrument utile aux autres sciences ; mais elle cesse de l'être lorsqu'on la regarde comme une étude propre à former la raison, à la fortifier, et surtout à faire connaître la marche de l'esprit humain dans la recherche de la vérité [7].

6. Lordon [2008], p. 159. Sur les différents niveaux de contrôle qu'induit le recours au calcul axiomatique des probabilités, cela à la différence de leur calcul classique (qui dépendait de la règle arithmétique du nombre de cas favorables divisé par le nombre de cas possibles) ou de leur calcul analytique (où s'ouvrait le spectre des fonctions possibles, sans qu'on puisse toutefois jouer sur les propriétés des espaces de probabilité ni concevoir des espaces filtrés), voir plus haut p. 59-64.

7. Condorcet [1786], p. 197-198 (repris dans les *Œuvres de Condorcet*, 1847, t. V, p. 159-160). À ce sujet, voir Brian [1994] et [2006]. L'incertitude dont il est ici question est celle éprouvée par le calculateur, non pas celle dont le calcul pourrait rendre compte. Elle relève de l'agent que le calcul laisserait perplexe (par exemple de Turgot face aux équations), et non de la théorie analytique des probabilités (à laquelle au demeurant Condorcet œuvrait en faisant lire ses textes à Turgot lui-même).

Figure 4.1 : marché informé.



Le principe du calcul traduit l'idée qu'une entreprise vaut fondamentalement ce qu'elle *rapportera* à ses actionnaires. Impossible donc de raisonner ici sans se projeter dans l'avenir pour ensuite revenir au temps présent (c'est le *rabat* leibnizien, dont il a déjà été question). Ce mouvement implicite place nécessairement l'actuaire, le financier ou l'économiste sous un régime épistémologique probabiliste, qu'il le veuille ou non, qu'il s'en préoccupe ou qu'il se contente d'une approche strictement technique de la valeur.

Leibniz adoptait ce principe de calcul à propos des rentes réglées et considérées comme prévisibles pour autant qu'on s'en tienne à leur contrat, alors qu'ici il vaudrait pour toutes les circonstances à venir qui pourraient affecter le bénéfice escompté par l'actionnaire. Les attentes sont donc considérées comme calculables et réduites. C'est en effet en premier lieu l'hypothèse mathématique de la calculabilité qui vient avec l'axiomatique de l'espace de probabilité filtré [8].

C'est en second, celle d'une réduction de toutes les circonstances à venir au système des prix futurs : l'hypothèse économique de l'efficacité informationnelle schématisé, figure 4.1, ci-dessus, à la manière du chapitre 2, et énoncée classiquement en ces termes :

> Un marché boursier est dit informationnellement efficace si, par rapport à toute l'information disponible, les cours des titres sont de bons estimateurs de la valeur intrinsèque des sociétés qu'ils représentent [9].

Mais ajuster un calcul sur l'avenir aux termes d'un contrat est une chose, alors que présupposer que le calcul est possible et qu'on dispose du vecteur exclusif de l'information en est une autre. Tout l'effet de normalisation des attentes et de construction d'un avenir économique collectif qu'induit le recours au calcul réside dans ce retournement opéré en trois siècles : aujourd'hui, le modèle de raisonnement et de calcul largement partagé présuppose une sorte de

8. On pourrait écrire que la calculabilité est encapsulée dans l'axiomatique.

9. Fama [1965], p. 90. La notion a été formulée à plusieurs reprises dans Fama [1965], [1970] et [1976]. La première version articule explicitement l'efficacité informationnelle et la valeur fondamentale intrinsèque d'une entreprise. Les suivantes en sont des révisions.

contrat qui en fait n'est jamais stipulé explicitement. Si bien qu'on peut considérer que l'hypothèse de calculabilité et celle de l'efficacité informationnelle opèrent à la manière d'un contrat social qui lierait les agents économiques. Voici une autre manière de définir ce que j'ai qualifié de convention stochastique, forme particulière de cadre de calcul des attentes que désignait Mauss en 1934[10].

Quoi qu'il en soit, la règle de calcul paraît simple. Elle soulève pourtant une cascade de questions moins triviales : quelles variables économiques ou financières choisir pour traduire les flux représentatifs des revenus que procure l'activité commerciale de l'entreprise ? Comment estimer ces flux futurs, à partir de quelle information ? À quel taux d'intérêt les actualiser ? Ce taux doit-il rester le même pour toutes les périodes ? Par un jeu d'hybridation entre la théorie financière et les pratiques d'évaluation, les professionnels de la banque et de la finance ont petit à petit mis en place des techniques et des méthodes validées par consensus qui toutes s'appuient sur des données issues du marché financier observé, c'est-à-dire passé. Ce ne sont donc pas les revenus futurs qui entrent effectivement dans les calculs pour établir numériquement les espérances et les actualisations : c'est une combinaison d'observations des événements passés, au prix d'hypothèses fortes et incontrôlées sur les rapports entre le passé et le futur. Nous sommes au lieu même de la construction du calcul des probabilités, cela depuis Laplace et Condorcet[11].

Le raisonnement, en principe, ne met en jeu que l'avenir d'une entreprise abstraite. Il est à proprement parler une vue de l'esprit indépendante du monde présent et passé de l'échange boursier. Mais sa résolution par la voie du calcul impose de revenir au marché boursier ici et maintenant et à son histoire. On touche à ce point précis une difficulté non pas technique mais épistémologique. Condorcet l'avait clairement saisie dans un registre de réflexion qu'on serait tenté de qualifier d'épistémologique ou de critique, et qu'on appelait alors, parmi les géomètres, la métaphysique du calcul.

La théorie économique ne peut échapper à ces circularités qu'en adoptant l'hypothèse d'efficacité informationnelle qui demande que tous les agents achètent et vendent des titres en fonction de la seule information relative aux déterminants fondamentaux de la valeur de l'entreprise, adoptant en cela une attitude posée de manière normative comme principe de rationalité de leurs actions et escamotant le principe de la calculabilité au sens mathématique du mot. Par suite, la valeur boursière d'une action est nécessairement égale à ce qui

10. Une interprétation subjectiviste de ce contrat social consisterait à considérer qu'il suffirait que tous les agents s'entendent sur cette règle de calcul pour qu'elle ait force de loi : renouant avec John L. Austin (1911-1960) [1962], on pourrait être tenté de reconnaître, à la manière de Muniesa et Callon [2008], une performativité de l'énoncé de la règle de calcul. Si ce n'est que le phénomène résiste aussi bien à la règle de calcul qu'à l'accord sur la règle, et que cette résistance ne va pas sans tension avec les systèmes de représentations des agents.

11. Le fait que les procédés du calcul induisent des hypothèses différentes quant aux temps et à sa construction mathématique était le point de désaccord entre Condorcet et Laplace. Voir Condorcet [1784-1787] et Laplace [1812]. À ce sujet, voir Brian [1994] et Brian et Jaisson [2007a], p. 1-25 ou [2007b], p. 19-56.

est tenu pour sa valeur fondamentale. Par ce retournement, manière de faire de nécessité vertu, l'efficacité informationnelle du marché devient aux yeux de ceux qui retiennent cette hypothèse la garantie de la justesse du cours de Bourse : le marché représenterait alors un outil efficace de transformation de l'information en action économique (c'est la raison de la terminologie).

Malheureusement aucun test statistique n'a pu isoler ce que serait une telle valeur, en raison de difficultés inextricables où se conjuguent des hypothèses sur l'évaluation de l'entreprise et d'autres sur les modèles probabilistes des dynamiques boursières. La démarche empirique conduit ici à l'impasse si ce n'est au labyrinthe[12].

Ainsi, une fois les circularités empiriques escamotées au moyen de l'hypothèse d'efficacité informationnelle, les paramètres issus du marché sont-ils tenus pour des données à prendre en considération en amont du travail d'évaluation financière. La valeur fondamentale d'une entreprise, objet abstrait, est en fin de compte identifiée dans un contexte économique à une valeur de marché, et dans un contexte financier à une valeur boursière[13].

Considérer que la valeur fondamentale d'une entreprise serait propre à l'économie dite réelle et que les cours de Bourse seraient un artifice de calcul, c'est donc ignorer les conditions concrètes et conventionnelles de l'évaluation qui, par nécessité technique, fonde l'établissement de cette valeur sur la connaissance des cours. Le clivage commode entre économie et finance, aussi puissant soit-il dans l'univers du discours, doit être relégué au rang de ce que Durkheim appelait les prénotions.

4.2 Il faut réviser les conventions

Une autre tentative pour échapper à cette circularité entre la construction formelle de l'évaluation et la saisie empirique du phénomène économique consiste à prendre acte de ce que l'information économique procède de conventions admises par les agents, la nature de ces conventions étant diversement qualifiée dans la littérature[14]. C'est, on l'a vu, une lecture particulière de Keynes, peu attentive à sa maîtrise du raisonnement probabiliste[15], qui gouverne cette approche. Elle consiste à prendre acte des conditions institutionnelles et conventionnelles, à un sens quasi juridique, des activités économiques, et par suite à considérer que la réalisation des échanges procède de ces conditions.

Ce conventionnalisme-là procède d'une lecture non probabiliste, et par suite subjectiviste, de Keynes. Or cette lecture est discutable. Keynes, en effet, ne partageait pas cette conception des institutions. Quand il indiquait que l'horizon d'attente des agents dépendait de préconditions institutionnelles, il entendait d'abord souligner les limites de cet horizon et non pas qualifier sa

12. Challe [2007].
13. La Chapelle [2007].
14. Pour une synthèse, voir Orléan [2008].
15. Voir ci-dessus, p. 66.

nature. Keynes fut, on l'a dit, un philosophe probabiliste avant d'être l'économiste que la mémoire collective des économistes a retenu [16]. Certes, dans l'étape philosophique de sa carrière, il n'a pas pu envisager les formes qu'allaient prendre en France et en Russie la théorie axiomatique du calcul des probabilités, choses que nous pouvons aujourd'hui tenir pour acquises. Il est donc prudent de considérer que Keynes partait des limites de l'entendement des agents, et par suite de celles des conditions de leurs attentes, cela sans avoir à préjuger de la qualification de ce qu'il entendait par convention.

Quoi qu'il en soit, l'exploration de la question de la valeur fondamentale du point de vue d'une théorie des conventions économiques offre l'intérêt qu'elle a abouti non pas à une analyse diamétralement opposée à celle de l'efficacité informationnelle, mais à un élargissement de cette approche standard, quitte à en bouleverser l'interprétation. Il importe donc de l'examiner [17]. Orléan, dans une synthèse récente, récapitule ce que nous schématisons figure 4.2, p. 88 :

> L'approche standard peut être pensée comme un cas particulier de l'approche conventionnaliste, cas dans lequel c'est le modèle fondamentaliste lui-même, tel que la théorie financière le conçoit, qui constitue la référence conventionnelle. En effet, l'approche standard considère que tous les individus se réfèrent à un même modèle supposé décrire la réalité économique telle qu'elle est à un moment donné, à savoir la valeur fondamentale. [...] Là où les gains de l'approche conventionnaliste se font plus particulièrement sentir, au-delà de sa plus grande pertinence empirique, c'est par le champ de nouvelles questions qu'elle ouvre à la réflexion financière. Insistant sur l'irréductibilité subjective des opinions fondamentalistes, elle introduit une nouvelle source de volatilité, à savoir la volatilité des opinions. Par ailleurs, elle met l'accent sur les dynamiques intersubjectives d'opinion dont le marché boursier est le siège. Contagion mimétique, phénomènes d'influence, force des idées simples ou rôle des représentations économiques constituent autant de nouvelles hypothèses à formaliser [18].

Par suite, de ce point de vue conventionnaliste (et à vrai dire, mimétique), le cours de Bourse procède de l'accord intersubjectif des agents, pour ainsi dire coupé du monde économique, et non pas d'une valeur attribuable à une nature économique préexistante.

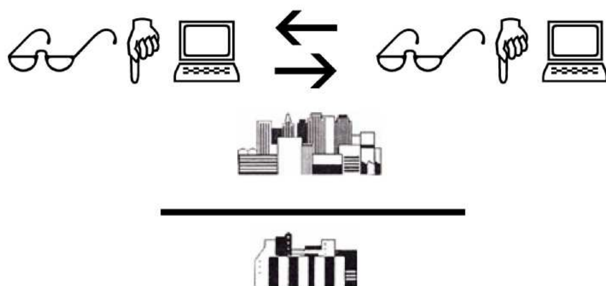
Le point où les tenants de l'efficacité informationnelle et ceux de la théorie des conventions ne peuvent s'entendre est celui de la qualification du cours de Bourse : les premiers considèrent qu'il doit porter l'information conforme à l'activité économique, les seconds qu'il est arbitraire. Nous sommes au cœur du

16. Keynes [1921]. Runde et Mizuhara [2003] éclairent utilement la théorie économique de Keynes à la lueur de sa conception du calcul des probabilités.

17. Voir Hyme [2007] et Orléan [2008]. Galam [2007] et Tadjeddine [2007] offrent, par des voies différentes – dans le premier cas il s'agit de physico-économie, dans le second de sociologie économique, – deux analyses complémentaires qui conduisent vers le même constat : les systèmes de représentations des agents gouvernent l'établissement d'une valeur fondamentale.

18. Orléan [2008]. L'article récapitule une vingtaine d'années de recherches amorcées par les publications suivantes : Orléan [1986], [1989], [1992].

Figure 4.2 : marché mimétique.



vieux dilemme que nous mentionnions dès le premier chapitre et déjà évoqué à la section précédente : le phénomène procède-t-il d'une donnée préexistante (thèse objectiviste) ou de l'intersubjectivité (thèse subjectiviste) ? On ne peut sortir de ce dilemme sans partir de la question du réalisme sociologique et de son objectivation (et non pas de l'alternative entre objectivité et subjectivité). C'est le sens de la proposition que je fais au chapitre premier, dans le prolongement de celle, homologue, de Bourdieu et au prix d'un élargissement critique.

À ce dilemme, il faut donc répondre : ni l'un ni l'autre. Le phénomène est fait des conditions de l'échange économique, c'est-à-dire des opérations concrètes qui sont l'activité économique au sens le plus traditionnel du mot, des formes abstraites qui rendent possibles les transactions, et de la division du travail économique et financière dans laquelle l'échange a lieu effectivement. Tel que les marchés financiers opèrent aujourd'hui, pas de bien sans prix, pas de prix sans bien, aussi incertaine (c'est le qualificatif de l'épistémologue), insatisfaisante (c'est celui de l'économiste orthodoxe) ou arbitraire (c'est celui de l'économiste conventionnaliste au sens non probabiliste) que puisse être la relation des prix aux biens[19]. Il n'y a pas d'un côté le monde des échanges et de l'autre l'univers de l'intersubjectivité où, entre des données institutionnelles et des calculs abstraits, circuleraient les flux des idées de biens et de services, mais un phénomène économique et financier caractérisé par un certain état de division institutionnelle et technique du travail où la combinaison concrète des calculs et des institutions importe.

Dans sa synthèse récente, Orléan n'ignore pas l'incertitude, mais il en limite le périmètre, précisant par exemple : « les cours ont la dimension d'un pari, pari nécessaire dès lors qu'on considère un monde non stationnaire, dominé par l'incertitude épistémique[20]. » Sans avoir à discuter du bien-fondé de la métaphore du pari, force est de constater que la question du fondement stochastique

19. Nécessité que traduisait, à la figure 2.12, p. 50, notre schéma du double circuit de l'action et de l'objectivation.

20. Orléan [2008].

des phénomènes économiques n'a rien à voir avec celle de la stationnarité. Ce serait prétendre qu'en régime stationnaire le phénomène serait dépourvu d'incertitude et qu'on n'aurait pas à parier, et que l'incertitude serait réservée aux écarts à la stationnarité. On en doute une fois constatée l'importance du raisonnement probabiliste dans la théorie économique et financière actuelle, celui qui conduit aux propriétés de martingale[21]. On ne peut l'admettre du point de vue épistémologique dont il est question dans ce livre, et pour lequel il n'est pas d'action humaine (économique, financière ou de tout autre nature) qui ne procéderait d'une réponse des agents face à l'incertitude des phénomènes. Par suite, en l'occurrence, la théorie financière ne peut que partir d'une construction raisonnée de ses fondements stochastiques. Sans doute faut-il considérer qu'en son temps, et dans l'état des connaissances probabilistes des années 1910-1920, Keynes ne disait pas autre chose.

4.3 La part du bruit

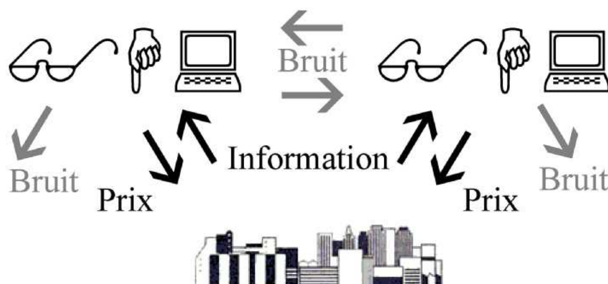
Il n'y a aucun moyen de sortir du conflit doctrinaire entre l'objectivisme informationnel et le subjectivisme conventionnaliste sans déplacer la perspective épistémologique. L'exploration empirique a conduit certains économistes au début des années 1980 vers l'étude des écarts observés entre le cours de Bourse effectivement coté et la valeur supposée fondamentale calculée à partir de sa formule théorique et des techniques usuelles d'évaluation. Ces recherches ont fait distinguer, à côté de la valeur fondamentale, un complément fait d'informations parasitaires. Cette disjonction hypothétique entre les cours de Bourse observés et les valeurs fondamentales recalculées, diversement interprétée, a été systématiquement examinée dans la littérature spécialisée sous deux angles différents : l'exploration des bulles rationnelles et l'étude du bruitage des cours.

Dans le premier cas, la démarche consiste à partir de l'évaluation rationnelle d'une action en considérant qu'elle aboutit non pas à un seul prix d'équilibre, mais à une multiplicité de prix. Tous sont également acceptables du point de vue théorique. Chacun pourrait conduire à un cours de Bourse passablement éloigné de la valeur dite fondamentale, alors même que cet éloignement demeurerait rationnel au sens où toute l'information pertinente serait rationnellement utilisée par les acteurs des marchés. On parle alors de bulles rationnelles[22]. La valeur boursière serait la somme de la valeur fondamentale et d'un effet de bulle rationnelle, et c'est sur cette combinaison que porteraient les anticipations rationnelles des agents, étant entendu que dans cette affaire les spécialistes se battent pour établir le bien-fondé ou non des anticipations rationnelles.

Dans le second cas, la différence entre le cours de Bourse coté et la valeur fondamentale calculée est assignée à la présence sur le marché de protagonistes mal informés sur les réalités économiques et commerciales de l'entreprise examinée, ou qui n'en auraient cure et interviendraient sur la base de rumeurs,

21. Voir le chapitre 3, p. 53-78.
22. This Saint-Jean [2007]. Pour mémoire, voir Tirole [1982].

Figure 4.3 : marché bruité.



parasitant, quoi qu'il en soit, par des achats et des ventes non fondés les achats et les ventes des investisseurs avisés[23]. Le raisonnement est un peu différent du précédent. Ici, en effet, les anticipations rationnelles ne porteraient que sur la valeur fondamentale, le parasitage des bruits alimentant des croyances irrationnelles.

Les deux démarches ont ceci de pertinent qu'elles portent l'attention sur l'écart entre le cours coté et l'estimation de la valeur fondamentale, ce que nous schématisons à la figure 4.3, ci-dessus. Elles se distinguent par le périmètre qu'elles accordent à la rationalité des agents. Toutefois l'une et l'autre meublent des espaces vides dans les deux doctrines précédentes : l'efficacité informationnelle ignore par principe l'écart entre le cours et la valeur fondamentale ; le conventionnalisme escamote la difficulté en niant les tensions effectives entre l'abstraction financière et l'activité économique concrète.

Mais quelles que soient les options théoriques ou empiriques des théoriciens, ils partagent un consensus quant à l'objectivation de l'indétermination de la valeur. Cette indétermination perturberait le bon fonctionnement de marchés à la recherche d'équilibres. Peu importe ici que ce marché reflète une valeur des sociétés fondée dans la réalité économique ou bien qu'il entretienne une illusion particulièrement forte. Ce consensus consiste à réserver, une fois la norme centrale établie, l'incertitude propre à la valeur aux comportements spéculatifs, comme si une valeur certaine (ou une croyance uniforme, c'est la variante conventionnaliste) devait être le centre d'un marché idéal.

Si bien qu'il y a un point où se rejoignent les conceptions aujourd'hui les mieux admises de la valeur fondamentale, conceptions pourtant divergentes quant à leurs interprétations et enseignées comme antagonistes : c'est celui où l'on considérerait que l'efficacité informationnelle serait une convention (au sens d'Orléan), nécessaire ou réaliste pour les uns, arbitraire pour les autres (ce sont là des variantes dogmatiques), et où l'on prétendrait que l'incertitude

23. Hyme [2007]. Pour mémoire, voir Black [1986], De Long, Shleifer, Summers, Waldmann [1990a] et [1990b].

et le bruit, et tout ce qui troublerait la régularité attendue serait secondaire, parasitaire ou négligeable (qu'on ne veuille pas en tenir compte, qu'on réserve l'incertitude aux « régimes non stationnaires », ou bien encore qu'on traite de manière constructive le bruit gaussien. Ce schéma de raisonnement est comme un noyau commun aux théories de la valeur fondamentale [24].

4.4 Marchés moyennés et marchés martingalisés

Voici une forme symbolique tout à fait comparable à la prégnance des schèmes ternaires dans la scholastique médiévale ou à celle de la vision perspective dans la peinture du Quattrocento [25]. C'est la marque dans la pensée économique contemporaine d'un quetelésisme forgé au XIXe siècle avec l'amalgame des erreurs et de l'incertitude, et son produit, la moyennisation des phénomènes économiques et financiers [26]. On envisage alors d'une part la tendance où l'on croit reconnaître le phénomène, et d'autre part un bruit laplaco-gaussien qu'il s'agit de réduire pour dégager cette tendance.

Les principales conceptions, orthodoxes ou critiques, ne s'en tiennent qu'à la tendance, la considérant comme une donnée positive (de là, le concept d'efficacité informationnelle) ou bien constatant l'arbitraire de sa qualification (c'est la critique conventionnaliste, que renforce la circularité des calculs d'évaluation). Les variantes plus sophistiquées prennent au sérieux le bruit gaussien, constatant les écarts à la tendance et leur assignant des fonctions différentes.

Dans tous les cas, la tendance est supposée centrale, les écarts sont considérés comme symétriques et leur variabilité est limitée. Autant de propriétés qui s'expriment en termes mathématiques en considérant que le phénomène X se décompose en une tendance $\hat{X}$ et un bruit ε de moyenne nulle et d'écart type fini, plus petit si ce n'est négligeable par rapport à la tendance. Mais cette hypothèse implicite, induite par le recours à la panoplie des techniques du XIXe siècle et du début du XXe siècle [27], est très restrictive sur le plan mathématique. Elle consiste à restreindre l'espace de probabilité concerné aux variables aléatoires dont on peut calculer à la fois l'espérance et la variance.

Cependant pour la même variable X, on peut raisonner de deux manières récapitulées au moyen du tableau 4.1, p. 92 [28]. Dans l'un et l'autre cas, il importe de se demander jusqu'à quel point on peut calculer. La voie queteléslenne est une technique de calcul. Le cadre stochastique est plus rigoureux : il est alors possible d'expliciter les conditions mathématique et épistémologique de la calculabilité [29].

24. C'est la conclusion de Walter et Brian [2007a].
25. Erwin Panofsky (1892-1968) [1927] et [1951].
26. Voir ci-dessus, p. 9.
27. Porter [2001].
28. Sur les incidences de cette distinction pour l'analyse empirique d'un indicateur simple, telle la proportion des deux sexes à la naissance, voir Brian et Jaisson [2007b], p. 292-296.
29. Cette question de la calculabilité est habituellement traitée selon la distinction proposée par Knight entre le risque mesurable et mesuré, et l'incertitude dont rien n'assure *a priori* qu'elle se prête à la mesure, voir Knight [1921]. À ce sujet, voir Pradier et Teira Serrano

Tableau 4.1 : tendance et bruit ou phénomène stochastique ?

	Cadre para-quetelésien (tendance et bruit)	Cadre non quetelésien (phénomène stochastique)
Objet considéré	$X = \hat{X} + \varepsilon$	X variable aléatoire définie sur $(\Omega, \mathcal{A}, P)$
Propriétés	Tendance $\hat{X}$ Bruit ε avec $\mathbf{E}(\varepsilon) = 0$ et $\mathbf{Var}(\varepsilon) < \infty$	$\mathbf{E}_{(\Omega, \mathcal{A}, P)}(X)$ et $\mathbf{Var}_{(\Omega, \mathcal{A}, P)}(X)$ si elles existent

En d'autres termes, les débats de doctrine sur la valeur fondamentale sont enfermés dans une sorte de paradigme de la régularité et de la prévisibilité des phénomènes gouverné par la conception analytique du calcul des probabilités et ses développements statistiques quetelésiens ou para-quetelésiens. Ils demeurent dès lors étrangers aux déplacements considérables de la théorie axiomatique des probabilités et aux possibilités qu'ils offrent au calcul empirique. C'est la raison de l'écart, aujourd'hui, entre une pensée économique où les débats les plus courants se tiennent toujours sur un arrière-plan para-quetelésien (c'est le terrain des discussions sur la valeur fondamentale par exemple) et une théorie mathématique des finances qui évolue dans un monde non quetelésien (ici la théorie économique intègre notamment les propriétés de martingale).

Dans un cadre non quetelésien, c'est l'incertitude qui est constitutive de l'ensemble du phénomène. Dans le cadre para-quetelésien, il s'agit d'un hasard résiduel. Il mesure la part de ce qu'on réserve à l'inexpliqué une fois une technique d'analyse statistique particulière mise en œuvre. Force est de constater que si ces deux schémas diffèrent sur le plan épistémologique, ils sont techniquement voisins. Qui plus est, les voies historiques de leurs formations se sont recoupées sans cesse depuis trois siècles.

C'est pourquoi, à la décharge du raisonnement économique, il faut ajouter que c'est une erreur épistémologique très banale qui fait confondre la mesure d'un phénomène quelconque avec le calcul de sa tendance principale. Or ce n'est pas toujours possible, puisque cela reviendrait à présupposer que les fonctions étudiées seraient toujours intégrables, hypothèse mathématique discutable.

Répétition de cette erreur à un second ordre, on espère l'éviter en calculant une tendance des écarts à cette première tendance. Mais c'est demander aux mêmes fonctions que leur écart à la valeur centrale soit lui-même intégrable (on dit souvent qu'elles sont deux fois intégrables), condition encore plus restrictive sur le plan mathématique.

[2000] et Pradier [2006]. La distinction posée par Knight touche effectivement le fondement stochastique des phénomènes économiques. Elle n'a toutefois pas lieu de justifier la restriction de l'économie au calculable en 1921, ni à l'inverse le renoncement au calcul économique.

Mais il n'est pas d'action économique, même raisonnée, sans incertitude. Il est donc vain de construire la théorie sur un principe de transparence du prix, même rectifié par divers bricolages : une conception normative de l'efficacité informationnelle, une théorie subjectiviste faite pour s'y substituer, une modélisation d'un écart entre une valeur fondamentale et un cours de Bourse décidément récalcitrant. La main invisible ne peut que trembler, et c'est parce qu'elle tremble – parce que la théorie économique repose sur un fondement stochastique – qu'on ne peut se débarrasser de l'incertitude. Aussi sophistiquée qu'elle soit sur le plan technique, une transaction procède toujours de la réduction de cette incertitude intrinsèque à une estimation nécessairement imparfaite.

On le sait, Blanchard et Watson ont conjecturé en 1984 que « l'existence de bulles serait plus probable dans les marchés où il est difficile d'estimer et d'isoler les déterminants de la valeur fondamentale[30]. » Par suite, une faible lisibilité de la valeur fondamentale devait induire une forte volatilité boursière. L'ensemble des autorités de régulation des marchés a adopté ces conclusions. Elles ont cherché à améliorer l'information financière et comptable sur les sociétés, afin de permettre aux différents acteurs de mieux apprécier la valeur des actifs traités sur les marchés, et donc d'espérer réduire l'incertitude par des mesures techniques sur les processus de diffusion de l'information (ce sont par exemple les *reporting* proposés par les cabinets d'audit). La normalisation internationale des pratiques comptables devait ainsi tendre, par principe, à réduire l'incertitude. Sans doute produit-on de cette manière une information plus dense. Mais évacue-t-on pour autant l'incertitude ? Non, on lui assigne une place et une mesure rassurantes, rien de plus.

L'incertitude demeure. Mais ce n'est pas dire pour autant qu'il est vain d'y répondre : cette réponse collective est le principe même non pas du calcul économique, mais de l'économie elle-même. Toutefois l'illusion que procure un calcul infondé produit une information fausse mais acceptable à la manière dont, pour prendre un exemple très connu mais un peu différent, on se contente souvent d'un chiffre là où il importerait de tenir une estimation et son intervalle de confiance. Fondamentalement différentes, les deux dimensions importent : la mesure de la chose et celle de l'incertitude que comporte cette première mesure[31].

Penser l'activité économique et financière en partant d'une valeur supposée fondamentale, quitte à l'habiller d'un certain degré d'incertitude plus ou moins rationnellement pris en compte, c'est raisonner d'abord du point de vue statistique et être victime du fait que, dans l'histoire de la statistique empirique au cours des deux derniers siècles, on a d'abord calculé des valeurs centrales, des moyennes, pour ensuite, depuis la fin du XIXe siècle, tenter de soumettre au calcul la variabilité autour des valeurs centrales.

30. Blanchard et Watson [1984], p. 86. Discuté dans Walter et Brian [2007a].

31. On l'a vu, c'est sans doute Pascal et Condorcet, qui les premiers, ont le mieux entendu cette nécessaire distinction.

Cette manière simple de prime abord, mais dictée par les étapes de l'histoire des méthodes, conduit à une conception faussée de la valeur. Le concept de valeur fondamentale exprime simplement ce premier degré de régularité de l'activité économique que présuppose l'approche strictement statistique. Les fondamentalistes affirment l'existence de l'objet qu'ils se donnent. Les conventionnalistes dénient cette existence arguant des préconditions de son repérage. Les travaux sur les bulles rationnelles et sur les marchés bruités, par des voies différentes, reviennent à prendre acte de l'écart entre la valeur fondamentale théorique et les cours de Bourse, et à les réduire autant que possible par des techniques statistiques fondées sur l'hypothèse que ces bulles ou ces bruits auraient la forme habituelle des résidus statistiques : une centralité nulle et une variabilité mesurable et en général de faible amplitude ; bref, il s'agirait de lois normales – ou de Laplace-Gauss. Cela revient à partir d'une régularité présupposée et à enfermer tout ce qui s'en écarte dans un modèle très simple de variation autour d'elle.

Or, du point de vue stochastique – et c'est là une hypothèse épistémologique et non pas seulement technique – l'approche du phénomène dans sa forme brute est exactement inverse. On part du phénomène. Puis il faut se demander s'il est assez régulier pour se prêter au calcul d'une valeur centrale caractéristique. En général ce n'est pas possible[32]. Pour que le phénomène se prête au calcul, il faut qu'une mesure qu'on lui attribue soit calculable.

Cela paraît banal, mais en fait la structure mathématique du calcul est ici en jeu : il faut pouvoir construire ce qu'on appelle couramment une *moyenne*, disons plutôt une valeur centrale, c'est dire qu'il faut que la variable aléatoire soit une première fois intégrable[33]. Si cette valeur centrale est calculable, alors il n'est pas évident que les variations autour d'elle le soient aussi. La contrainte est mathématiquement encore plus forte[34]. Supposons que la moyenne soit calculable, mais pas la mesure de la variabilité, l'écart type. Qu'obtiendra-t-on si malgré tout on soumet les mesures au calcul ? On aura toujours un résultat numérique, mais il sera instable[35]. Si, par exemple, on fixe un prix

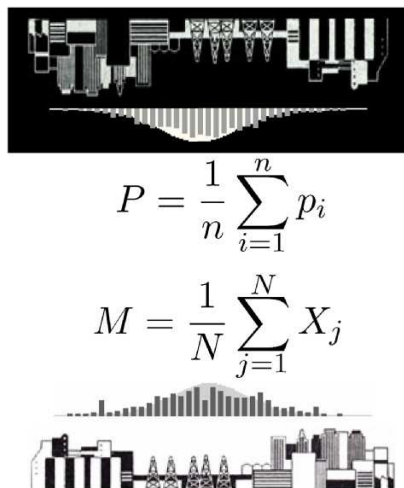
32. Le point que nous abordons ici a été longuement étudié par les mathématiciens français de la première moitié du XXe siècle, et tout particulièrement par Paul Lévy (1886-1971) et Maurice Fréchet (1878-1973). Pour une série de mises au point sur ces questions et des propositions orientées vers le calcul empirique, voir Barbut [2007].

33. Avec le formalisme de l'espace probabilisé $(\Omega, \mathcal{A}, P)$, on écrit $X \in \mathcal{L}^1(\Omega, \mathcal{A}, P)$.

34. Cette fois, la variable aléatoire qui décrit le cours de Bourse doit être deux fois intégrable, soit $X \in \mathcal{L}^2(\Omega, \mathcal{A}, P)$. Paul Lévy [1924] a établi que toute loi de probabilité de $\mathcal{L}^2$ est dans *le domaine d'attraction* de la loi de Laplace-Gauss, c'est-à-dire que la somme de n variables aléatoires indépendantes obéissant à une même loi de $\mathcal{L}^2$, divisée par un facteur convenable, obéit à une loi tendant vers celle de Laplace-Gauss si n augmente indéfiniment. Dans le cas précédent de $\mathcal{L}^1$ pour lequel les variances ne sont pas nécessairement définies, il existe encore des lois stables – dites de lois de Lévy – qui ont leurs propres propriétés asymptotiques et procurent un calcul acceptable.

35. Autant il faut associer le nom d'Adolphe Quetelet (1796-1874) à l'amalgame entre erreur et incertitude, autant il est pertinent de lui reconnaître (et j'y reviendrai) qu'il était particulièrement attentif au fait que le calcul numérique offrait toujours un résultat, fondé ou non. C'est, à propos du calcul de la moyenne, la raison de sa théorie de l'homme moyen. Quetelet [1846], commenté dans Brian [1991] (je ne m'étends pas sur le fait que Quetelet qualifiait ces

Figure 4.4 : régime de marché réglé sur des moyennes (ou moyenné).



optimal partant du cours de Bourse moyen et de l'écart type que ce prix présente, deux paramètres que les logiciels procurent mécaniquement quelles que soient les caractéristiques mathématiques des variables considérées, on croira disposer d'un calcul rationnellement établi alors qu'on n'aura en main qu'un résultat inconsistant. L'apparence du tarif ainsi attribué au risque masque les irrégularités réelles de l'incertitude.

Mais à supposer que le calcul des moyennes et des écarts types soit possible, comment étalonner les variations entre les cours de Bourse et un point de repère théorique telle une valeur fondamentale supposée abstraite ? Les travaux empiriques consistent habituellement à faire comme si ces écarts devaient avoir la forme d'une loi de Laplace-Gauss. Ce choix provient une fois de plus de la commodité des techniques statistiques : c'est une modélisation assez simple de l'incertitude dont l'emploi simplifie les calculs. On blanchit en quelque sorte les fluctuations.

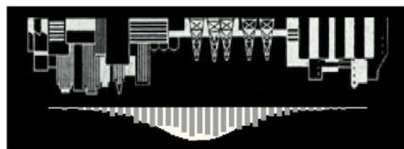
Ainsi, force est de constater que les diverses approches de la valeur fondamentale procèdent de la distinction entre une tendance centrale dont il est fait l'hypothèse de diverses manières et des fluctuations qui obéiraient à une distribution du type laplaco-gaussien. Le marché informé est simplement un marché calé d'une manière ou d'une autre sur une valeur centrale autour de laquelle fluctue le cours de Bourse. Le marché mimétique n'est pas moins centré sur une valeur modale : celle que partagent les croyants. Le marché bruité conserve la même propriété à une fluctuation aléatoire près supposée centrée, quasi symétrique et limitée dans ses variations moyennes.

moyennes d'objectives ou de subjectives afin d'éviter d'entretenir des confusions favorisées par ces emplois périmés).

Dans la suite des schémas précédents, je peux résumer cette caractéristique par la figure 4.4, p. 95 : le raisonnement économique sur la valeur fondamentale, dans ses variantes théoriques les plus diverses, se place toujours dans un cadre hypothétique très contraignant sur le plan mathématique dès qu'on le considère au point de vue stochastique. Les variables y sont supposées deux fois intégrables et les fluctuations aléatoires devraient suivre une loi comparable à la dispersion des erreurs de mesure. C'est cet ensemble d'hypothèses héritées de l'histoire du calcul, et non pas la forme du phénomène, qui induit la prénotion d'une aporie entre la valeur fondamentale et le cours de Bourse.

Mais l'étude empirique des cours de Bourse conduit à rejeter cette doctrine quetelésienne que véhicule les usages techniques du calcul statistique. Les apories et les impasses de la valeur fondamentale, comme l'état actuel de la théorie des marchés, tout cela convainc d'adopter une perspective stochastique quant au fondement du raisonnement économique. La figure 4.5, ci-dessous, schématise cette seconde hypothèse, toujours selon le même procédé graphique. On va voir au chapitre suivant qu'il est alors possible d'étalonner plus finement l'incertitude des marchés. Rien n'interdit ensuite de proposer des constructions alternatives. La loi de probabilité la plus simple qui ne soit pas gaussienne et qui, selon son paramètre, se trouve être plus ou moins aisément intégrable est la loi dite de Pareto-Lévy [36]. Elle permet, on le verra au chapitre 6, de construire un modèle d'agent spéculateur tout à fait rationnel pour autant que l'on considère qu'il réponde à une incertitude des choses moins habituelle que celle encadrée par les calculs gaussiens.

Figure 4.5 : régime de marché réglé sur des martingales (ou martingalisé).



$$\mathbf{E}_{\mathcal{F}_t,Q}(S^\bullet_{t+1}) \overset{\text{p. s.}}{=} \mathbf{E}_{\mathcal{F}_t,Q}(S^\bullet_t)$$

$$\mathbf{E}_{\mathcal{F}_t,P}(S^*_{t+1}) \overset{\text{p. s.}}{=} \mathbf{E}_{\mathcal{F}_t,P}(S^*_t)$$



36. Barbut [2007].

Chapitre 5

Relativité de la probabilité du phénomène

Voir le monde social des transactions de marché tel qu'il est, c'est interroger les conditions concrètes dans lesquelles opère le calcul économique abstrait. Deux biais viennent presque immédiatement à l'esprit qui détournent l'enquêteur de cet objectif paradoxal. Le premier est la fuite vers le formalisme et la recherche de conditions logiques de la mise en œuvre du calcul, à la recherche d'un *homo oeconomicus* lui-même abstrait – puis sans doute par défaut d'un automate électronique, voire neuronal pour le remplacer. Le second est l'appel à un acte économique primitif, à un principe d'action archaïque antérieur au calcul. Ce sont là deux idéalisations qui font échapper à la question posée.

Dès qu'on prend au sérieux, à différentes époques, le raisonnement des spécialistes de la rationalisation des transactions économiques, on constate, d'une part, qu'ils ont eu à tenir compte des cadres institutionnels et des effets induits sur l'information économique et, d'autre part, qu'ils ont recouru à des calculs et à des analogies où l'incertitude importait. Ainsi le problème des partis, l'archétype du calcul pascalien, traite-t-il une question d'arbitrage : le jeu de hasard doit être interrompu. Comment devra-t-on répartir la mise, faute de connaître l'issue incertaine ?

Il nous faut donc ici disposer d'un cadre conceptuel dans lequel les données institutionnelles et les procédés de calculs peuvent, dans l'action, être effectivement substitués les uns aux autres. Cet arrière-plan permet au sociologue de reconstituer les « procédés les plus extraordinaires » désignés par Mauss en 1934. C'est la panoplie des instruments symboliques mobilisables par les agents au moment de la transaction [1].

De cette panoplie proviennent les règles, plus ou moins systématiques, admises par les agents pour rendre raison de la transaction. Elles sont intériorisées par eux, cette culture économique là offrant l'intuition d'une nature économique

1. Voir ci-dessus, au chapitre 1.

de leurs actions particulières. Elles sont inscrites dans les institutions porteuses de l'information économique et dans les procédés de calculs nécessaires à leur rationalisation. Elles opèrent le plus souvent implicitement, parfois par le jeu de la mémoire collective spécialisée (un rappel à l'usage, une comparaison pertinente, un adage), plus rarement au moyen d'un arsenal théorique abstrait. Sauf à renvoyer l'échange à un univers d'idéalités, il n'est pas de transaction qui ne soit ainsi réglée par de telles conditions sociales de possibilité.

Au fil des chapitres précédents, j'ai dégagé trois principaux types de réglages collectifs des marchés qu'en général on confond (voir le tableau 5.1, ci-dessous)[2]. Le premier est fondé sur l'analogie entre un échange économique et un coup au jeu. Au XVIIIe siècle, toute la haute société misait sur des rentes alors même que les savants disposaient d'une science nouvelle pour raisonner sur la question. La règle des partis et le calcul de l'espérance mathématique furent sans doute les expressions les plus abstraites de cette expérience collective de l'arbitrage classique.

Pendant la seconde moitié du XIXe siècle et une grande part du XXe siècle, c'est le schéma de la moyenne qui a gouverné le calcul économique tant du côté de l'observation statistique que de celui des amalgames entre équilibre et centralité. Le marché est alors réglé sur des moyennes (ou moyenné), à la manière décrite au chapitre précédent (figure 4.4, p. 95). Depuis quelques décennies, les marchés financiers, tout particulièrement, ont connu une autre forme de réglage social : c'est cette fois la martingalisation analysée aux chapitres précédents (figure 4.5, p. 96).

Tableau 5.1 : trois types de réglage social des marchés.

Période type	XVIIIe s.	1850-1950	après 1975
Bien type	Rentes	Marchandises	Actifs
Critère de réglage	Arbitrage strict	Moyenne	Martingale
Information économique	Occasionnelle	Statistique	Temps réel
Calcul des probabilités	Classique	Analytique	Axiomatique

À ce point de l'exposé, il est sans doute utile d'ajouter qu'en posant ainsi – en termes de fondement stochastique et de variation historique des réponses collectives à l'incertitude économique – la question de la logique des marchés, on en vient à renoncer aux débats métaphysiques entre les tenants du naturalisme (l'action conforme à la logique de marché serait naturelle) et ceux de l'artificialisme (cette conformité serait arbitraire)[3] : vérité de nature ou vaine illusion ? Il n'appartient ni au sociologue ni à l'épistémologue d'entrer dans la

2. J'emploie le mot de *réglage* et non pas celui de *régulation*, car celui-ci est utilisé en économie politique, voire en politique économique : il s'agit ici d'être descriptif et non pas prescriptif.

3. Pour la critique de ce débat, voir le chapitre 1.

querelle. C'est seulement une affaire de mémoire collective spécialisée. Chaque marché idéal-typique offre des conditions parfaites pour que l'illusion d'une évidence de l'action soit indépassable dans l'action même, et c'est le propre des spécialistes de la théorie des marchés que d'entretenir par leurs travaux et leurs commentaires une relative pérennité de leurs systèmes de représentations, cela malgré d'incessants renouvellements institutionnels, techniques et théoriques. Une chaîne d'illusions sans doute, mais non pas vaine tant elle est indispensable à l'action de loin en loin[4]. Il est clair à ce point que, sauf à s'enfermer dans l'idéalisme, l'épistémologie de l'économie ne peut se détourner de l'histoire : l'histoire des phénomènes économiques comme celle des connaissances spécialisées[5].

Les trois types de marchés qui viennent d'être indiqués, s'ils ont la propriété d'être cohérents quant à leurs circuits de l'action et de l'information[6], n'ont pas lieu de gouverner l'ensemble de l'expérience historique des marchés ! On sait par exemple, après Max Weber, que la morale religieuse fut un puissant facteur de réglage des conduites et des horizons d'attente pendant la formation du capitalisme[7]. Mais le réglage collectif de l'activité économique selon une morale religieuse n'induit-il pas aussi des limites dans son développement ? N'a-t-on pas connu d'autres formes de réglage moral que celui exercé par la pensée protestante ? Plusieurs historiens ont étudié les horizons d'attente des agents dans des contextes sociaux et religieux les plus divers depuis la fin du Moyen Âge et jusqu'à l'époque moderne pour éclairer cette question.

D'autre part, la métaphore du jeu n'a pas eu l'exclusivité de la réflexion économique, loin s'en faut[8]. On sait par exemple l'importance de la métaphore des fluides et des circuits chez Quesnay (1694-1774) ou chez Turgot, voire chez les planificateurs du XXe siècle. Cette évocation suggère, par contraste, qu'il est bien ici question des marchés. Il faudrait par exemple enquêter sur l'incertitude dans les mouvements physiques des marchandises pour prolonger la comparaison[9]. Avec ces aspects historiques où la littérature récente abonde[10], je m'écarterais de mon propos.

---

4. Halbwachs [1941/2008].

5. Il s'agit donc d'en appeler à un nouvel historicisme, sans doute comparatif et expérimental. Popper [1957], en ruinant l'historicisme marxiste entendu comme un déterminisme historique, voulait préserver l'indéterminisme. L'épistémologie de l'incertitude peut donc y revenir.

6. Voir le chapitre 2.

7. Weber [1904-1905].

8. Schumpeter (1883-1950) [1954].

9. Perrot [1992] indique pour sa part que les fluides offraient à Turgot une métaphore d'équilibre économique, lui donnant ainsi prise sur la morphologie du phénomène.

10. Pour un bilan récent, Margairaz et Minard [2006] ; voir aussi Fontaine [2008].

5.1 Une panoplie symbolique mouvante

Les institutions (les cadres comptables et les normes par exemple) et les calculs (les modèles et les résultats) sont la matière même du phénomène financier, et par suite celle du marché tel qu'on l'entend aujourd'hui et tel qu'on le considère abstraitement dans la théorie économique. Ce marché a jadis connu d'autres formes où l'agrément n'imposait pas qu'on en passât exclusivement par l'enregistrement et par le calcul automatisé[11]. C'est ce marché de biens acheminés et d'interactions concrètes entre acheteurs et vendeurs qui a nourri à la fin du XVIII[e] siècle les réflexions de Turgot et d'Adam Smith. L'un et l'autre savaient, contrairement à la plupart de leurs contemporains qui y avaient songé, qu'il ne suffisait pas de le considérer avec dédain à la manière d'une partie à jouer, mais en moins bonne compagnie, même muni du secours du calcul pascalien.

C'est là le point de départ d'un processus historique d'abstraction où se sont notamment conjuguées l'élaboration savante des théories économiques et leur enseignement, la formation des techniques statistiques et leur pratique, la mise au point des mathématiques de l'incertitude et de ses applications, étant entendu que ces trois processus-là ont eu chacun une autonomie relative qui fait qu'on ne saurait confondre aujourd'hui, si ce n'est vu de loin, un économiste, un statisticien et un mathématicien.

Mais, par commodité, les institutions sont de prime abord considérées à la manière des données antérieures aux raisonnements, aux calculs et aux actions, comme si les agents et les économistes intervenaient dans un monde ordonné une fois pour toute, au moins pour le temps de leur action ou de leur étude. De même on conçoit le plus souvent les calculs comme à l'extérieur des phénomènes considérés, comme des artifices sortis d'une boîte à outils dans laquelle on pourrait puiser arbitrairement. Ces idées toutes faites ne résistent pas à un examen attentif, on l'a vu. Pourtant, elles nourrissent une philosophie spontanée qui accorde à l'économiste l'honneur d'un Icare moderne s'élevant au moyen de calculs et survolant un labyrinthe d'institutions préétablies... Jusqu'au prochain effondrement des marchés ? L'état de la division sociale du travail de production des connaissances entre les différentes compétences engagées dans l'activité économique et les rôles impartis à chacune d'entre elles, assignés au cours des apprentissages puis dans l'exercice effectif[12], tout cela contribue sans aucun doute à renforcer des présupposés commodes – Durkheim, de nouveau, aurait écrit : des prénotions.

On ne peut que constater, à l'échelle de trois siècles, que les institutions qui encadrent l'activité économique et les calculs n'ont cessé d'évoluer, liées les unes aux autres à la manière d'une panoplie mouvante. Il est donc plus pertinent d'envisager l'économiste, le financier et le savant plongés dans un monde changeant d'institutions et de calculs, articulés les uns avec les autres,

11. Pour un bilan, Margairaz [1988].

12. La sociologie offre des enquêtes utiles pour comprendre la structure sociale de ces milieux spécialisés, par exemple Lebaron [2000], Ramirez [2005] ou Daccache [2008].

chose que les sociologues qualifient de structure. Cela consiste à considérer le phénomène financier d'un point de vue réaliste, et à ajouter que cette réalité réside, de manière certes contre-intuitive, dans les cadres institutionnels, les opérations de calcul et leurs combinaisons[13].

Les calculs et les constats formés aux temps où il n'était pas infondé de raisonner par le truchement d'une analogie avec un coup à jouer dans une partie serrée ou bien ceux élaborés sur les moyennes une fois la statistique économique posée sur ses bases institutionnelles à la fin du XIX[e] siècle furent peut-être suffisamment conformes, quant à l'action et quant à l'information, aux conditions institutionnelles et intellectuelles de leur temps. Le sont-ils aujourd'hui au niveau de technicité atteint par l'essor de l'enregistrement électronique des cotations, l'intensification des flux globaux d'information et le développement des techniques d'arbitrage des risques au cours des deux dernières décennies ?

Pour répondre effectivement à cette question, et non l'éluder par trop de conformité ou trop de défiance à l'égard de l'état actuel de l'art, je crois devoir en passer par quatre étapes. La première consiste à illustrer par un exemple éloigné des salles de marché la façon dont opère concrètement le réalisme de l'hypothèse précédente sur les institutions et les calculs. Dans un deuxième temps, je reviendrai aux phénomènes de marchés en reprenant des constats connus. Ensuite, je procéderai à une épreuve empirique, ne serait-ce que pour suggérer que l'épistémologie ici associée à la sociologie générale peut conduire à des résultats tout à fait tangibles. Par ce biais, il sera possible de mettre en évidence un lieu où l'articulation entre les institutions et les calculs a changé au cours des dernières décennies : l'enregistrement de l'information financière, et par exemple les bases de données actuelles et leurs utilisations dans les calculs. Enfin, il faudra replacer ce constat dans le cadre plus général qui a été proposé au premier chapitre.

Ce chapitre-ci, comme le suivant, ne vise ni l'épuisement des questions abordées ni l'inventaire des réponses possibles ou voisines. Il s'agit seulement d'indiquer deux perspectives et par suite deux chantiers distincts, et de faire sentir ce que leurs explorations parallèles pourraient apporter à la réflexion économique et financière, une fois situées dans le cadre analytique proposé dans ce livre.

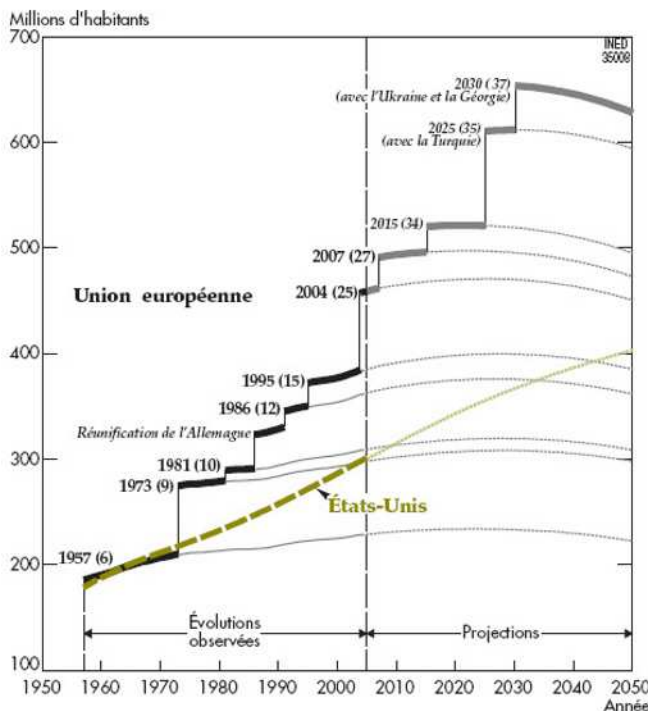
Quittons un temps les transactions, et passons à l'échelle du marché économique continental européen. Voici, figure 5.1, p. 102, des courbes parues récemment dans un périodique de démographie réputé[14]. Il n'est pas question ici de commenter l'accroissement des deux populations considérées ni le bien-fondé des projections. Arrêtons-nous seulement à la comparaison des deux courbes pour la période connue, de 1950 à 2007. Celle qui figure la population des

---

13. Autant de cadres sociaux au sens durkheimien que la sociologie des instruments symboliques permet d'analyser de manière approfondie. Ce jeu d'hypothèses relève, on l'a vu, de la sociologie générale. D'autres auteurs l'ont fait observer, en revenant de même aux durkheimiens, tel Steiner [2005] pour qui la sociologie économique doit être entendue comme une théorie durkheimienne de la valeur.

14. Pison [2008], p. 4 © Ined.

Figure 5.1 : populations futures de l'Union européenne et des États-Unis.



États-Unis a toutes les propriétés qu'on attend d'une telle représentation graphique. Pourtant est-ce bien le même objet qu'on saisit au fil de la trajectoire ? Tout laisse penser au premier coup d'œil que le nombre pour 2007 provient, par continuité, de l'état de la population américaine au cours des années précédentes. Alors que – la chose est parfaitement connue des spécialistes – les phénomènes migratoires internationaux font que le groupe effectivement mesuré en 1980 n'a pas exactement engendré celui dénombré en 2000 par exemple. C'est donc la combinaison d'une institution (la définition conventionnelle de la population américaine mise en œuvre dans les recensements à diverses dates), de calculs démographiques et de techniques de représentation graphique qui assure la restitution d'une tendance que, par culture scientifique et technique, nous distinguons immédiatement.

La courbe pour l'Union européenne, elle, choque l'intuition : elle enregistre les différentes étapes de l'agrégation des pays concernés en un même ensemble. Si bien qu'au premier coup d'œil, le même mouvement qui pourrait suggérer une tendance homogène dans la population européenne fera au contraire surgir des doutes : s'agit-il bien de la même population ? Pourtant le principe de la combinaison entre les définitions de la population, les calculs et les critères de représentation graphique sont les mêmes que pour les États-Unis. La diffé-

rence entre les deux courbes réside dans la légitimité de l'application du critère institutionnel, non pas dans la technique de calcul et de représentation.

Ce qui manque à la courbe européenne, c'est la bonne vieille croyance dans la permanence de son référent. Les attentes légitimes qui en proviennent opèrent dans le cas des États-Unis parce que leurs frontières ont été stables pendant la seconde moitié du XXe siècle, alors même que la population recensée s'est déplacée par rapport à ces frontières pendant la même période. Elle n'opère pas – ou pas encore – pour l'Union européenne parce que ses frontières n'ont cessé d'évoluer. S'attacher à sauver ici l'idéal d'une population évoluant continûment conduit à forger une norme qui maltraiterait la symétrie entre les deux cas considérés. Une alternative banale, et non moins idéaliste, consiste à renoncer à l'étude des populations sous prétexte que leur mesure dépendrait de conventions arbitraires de dénombrement.

Qu'apporte ici le point de vue réaliste que je défends ? Il consiste d'abord à constater que les mêmes techniques d'objectivation, de combinaisons de procédures institutionnelles, de procédés de calculs et de représentations graphiques valent pour ces deux courbes produites et diffusées dans les mêmes conditions [15]. Si bien que l'on doit les considérer comme aussi acceptables l'une que l'autre pour traduire ce qu'on entend par population pour les deux entités dans l'état actuel des techniques et de la connaissance démographique.

Le concept abstrait de « population », certes, escamote les discontinuités entre les différents groupes effectivement dénombrés d'année en année. Il est ici réalisé dans la mise en œuvre de ces deux combinaisons comparables d'institutions et de calculs. Sans recourir à de telles combinaisons – et dans les limites des conjectures qu'elles autorisent [16] – il est impossible de soumettre ce concept de population au calcul empirique, par exemple pour comparer les deux dynamiques de croissance. Ainsi les deux courbes restituent des reconstitutions réalistes (au sens épistémologique) et suffisamment pertinentes (au sens de la méthodologie démographique) des variations de ces populations.

La routine de la lecture des graphiques porte à ne reconnaître que des courbes de population continues (alors même que cette apparente continuité peut être mise en discussion y compris dans les cas les plus banals). Mais force est de constater que les propriétés mathématiques des courbes dont il faut se contenter ici sont très différentes : l'une apparaît continue (celle des États-Unis), l'autre est clairement discontinue (celle de l'Union européenne). Le point de vue réaliste permet d'identifier précisément deux caractéristiques mathématiques distinctes, alors même que, faute de l'adopter, on aurait été réduit à une alternative vaine entre l'illusion de l'évidence des variations de ces populations et la relativité de leur estimation à l'égard de critères contingents [17].

15. Sur l'histoire concrète de l'abstraction, voir Perrot [1992] et par exemple Brian [1994].

16. Par exemple, pour franchir ces limites et rendre compte des phénomènes migratoires, il faudrait mobiliser d'autres critères institutionnels et introduire d'autres calculs ou d'autres indices graphiques.

17. Pour un exemple analogue de traitement réaliste de matériaux statistiques jusqu'ici vainement renvoyés à l'alternative entre un positivisme simpliste et un relativisme court, voir Brian et Jaisson [2007a] et [2007b].

Dans le cas de la mesure des marchés, les propriétés mathématiques de continuité ne sont pas les premières en cause. Il s'agit de celles touchant à l'intégration : peut-on établir quelque chose comme une moyenne des cotations ? Le cas échéant, peut-on par surcroît calculer une tendance des écarts à cette centralité ?

On constate sur l'exemple démographique qu'une fois écarté le faux dilemme entre l'évidence des nombres et la relativisation des chiffres, le réalisme épistémologique conduit à la question de la qualification strictement mathématique des objets. De même, une fois la fausse alternative entre économie et finance dissipée, on quitte le point aveugle d'où l'on ne pouvait considérer la question du statut mathématique des objets financiers. On va voir qu'il faut passer par cette étape pour en revenir à la question sociologique initiale.

5.2 L'âpreté des phénomènes financiers

Examinons plus avant ce qu'il en est de la forme de l'incertitude des phénomènes financiers, question qu'on ne peut poser qu'une fois établi le régime probabiliste actuel de la théorie des marchés et qui eut été tout simplement inaccessible dans les deux régimes épistémologiques précédents, pascalien et quetelésien. Il faut revenir au calcul[18].

On notera S_t la série du cours d'un actif à la date t (supérieure à 0) ou bien celle d'un indice à la clôture journalière par exemple. C'est ainsi la trajectoire de l'indice Dow Jones, suivie du 1er avril 1974 au 31 mars 2009, sur le graphique supérieur de la figure 5.2, ci-contre.

Si on considère maintenant le rapport S_t/S_0. Il touche la rentabilité de S_t comparée à S_0. Plus précisément, on définit la rentabilité X_t comme le logarithme de ce rapport, procédé de calcul commode et finalement conforme à l'idée intuitive.

$$X_t = \ln S_t - \ln S_0 \tag{5.1}$$

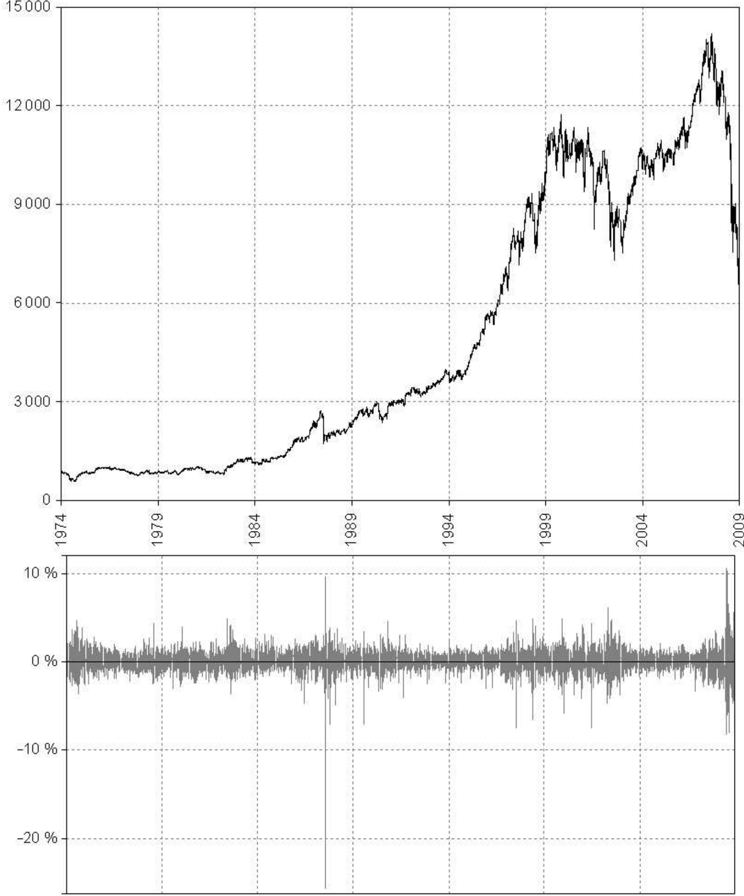
C'est la performance cumulée d'un placement sur l'actif S entre les dates 0 et t. Pour une durée τ quelconque, on définit la rentabilité continue $\Delta X(t,\tau)$:

$$\Delta X(t,\tau) = X_t - X_{t-\tau} = \ln S_t - \ln S_{t-\tau} \tag{5.2}$$

En pratique, on examine les fluctuations du cours S_t pendant une période $[\,0\,,T\,]$, subdivisée en n sous-périodes de longueur τ, avec bien sûr $T = n\tau$.

18. Sur les lois de probabilité dans les mathématiques financières et leur calcul, je m'appuie dans la section 5.2 sur les synthèses et les articles publiés par Christian Walter ces dernières années : Walter [2002a], [2002b] et [2009], Lévy-Véhel et Walter [2002].

Figure 5.2 : Dow Jones Industrial Average (avril 1974–mars 2009).



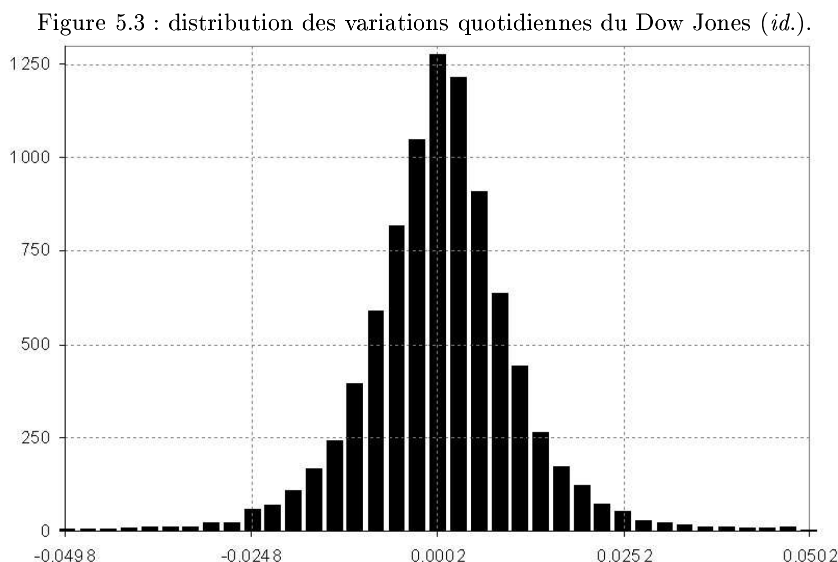
Le graphique du haut (en noir) représente la trajectoire de l'indice S_t en points. Le graphique du bas (en gris) restitue les variations quotidiennes $\Delta X(t, 1\text{ jour})$.

L'unité du pas τ est un jour (sur la figure 5.2), une semaine ou un mois par exemple. Pour une série de n observations, on passe du *temps continu* t au *temps discret* k, en comptant les pas de longueur τ : $t = k\tau$. Par suite :

$$\Delta X_k = \Delta X(t,\tau) = \Delta X(k\tau,\tau) = X_{k\tau} - X_{(k-1)\tau} = \ln S_{k\tau} - \ln S_{(k-1)\tau} \quad (5.3)$$

L'analyse du cours entre les dates 0 et T consiste à examiner les valeurs consécutives de ΔX_k pour un échantillon de taille n, soit $\{\Delta X_1, \cdots, \Delta X_n\}$. On part de là pour reconstituer la structure de l'incertitude observée pour l'actif étudié.

Figure 5.3 : distribution des variations quotidiennes du Dow Jones (*id.*).



La figure 5.2, p. 105, illustre le procédé. À partir de la trajectoire de l'indice mesurée en points (c'est S_k représenté sur le graphique du haut), on calcule les valeurs de ΔX_k pour un pas journalier ($\tau = 1$ jour), soit les variations logarithmiques quotidiennes de l'indice (ses rentabilités continues), restituées ici en accroissements relatifs pour l'essentiel aux alentours de $-10\,\%$ à $+10\,\%$ (c'est le graphique du bas). Les pics qui apparaissent correspondent aux grandes variations quotidiennes autour de fluctuations plus centrales. On remarque aussi que les fluctuations moyennes paraissent connaître des variations de régime au fil des années.

L'étape suivante consiste à construire l'histogramme de la distribution de ces variations quotidiennes. Ce nouveau graphique enregistre alors la fréquence des écarts de ΔX_k. C'est la figure 5.3, ci-dessus. L'histogramme restitue la distribution empirique des fluctuations de l'indice, et donc une image de la structure de l'*incertitude empirique* observée sur le marché américain au moyen de l'indice en question pendant la période considérée et à laquelle les investisseurs et les opérateurs ont été confrontés. C'est une image raisonnable de l'incertitude du phénomène, et donc un élément d'appréciation de la probabilité de ce phénomène selon la terminologie du chapitre 2.

Une première question pour les spécialistes est alors d'identifier quelle *loi de probabilité théorique* s'ajuste le mieux à cette distribution des fréquences observées[19]. Une autre question, plus profonde sans doute, est quel *processus aléatoire* pourrait engendrer la même distribution empirique. Ce sont là deux voies distinctes. En effet dans le premier cas on considère que l'échantillon des

19. C'est l'objet du dénigrement de Lordon [2008] déjà mentionné.

valeurs observées aux temps successifs compris entre $k = 0$ et $k = T$ parcourrait le registre des variations empiriques possibles. C'est ici une hypothèse d'ergodicité qui, soit dit en passant, évite de poser le problème en termes de processus et par suite de martingale. Dans le second cas, la conception du temps en jeu dans le calcul conserve son caractère de succession.

Le phénomène est toujours aléatoire, mais rien n'assure qu'au fil du temps on devrait parcourir effectivement la dispersion qui gouverne l'incertitude à un moment particulier d'observation. La confusion de ces deux conceptions, ergodique ou processuelle, explique une grande part de l'intensité des controverses sur le repérage des caractéristiques probabilistes des marchés de capitaux[20]. Il n'est pas nécessaire d'aller plus avant dans la théorie mathématique financière actuelle pour mon propos.

Partant de l'hypothèse d'ergodicité, on peut se demander – j'en viens à l'articulation entre les institutions et les calculs – si la structure de la distribution de l'incertitude dépend ou non du pas temporel τ des observations empiriques. Or envisager qu'une même structure d'incertitude puisse engendrer des variations analogues observées au jour le jour, ou bien de semaine en semaine ou encore d'heure en heure, c'est imposer une condition forte aux lois mathématiques qui doivent la restituer : elles devraient être invariantes selon l'échelle de temps considérée et présenter les mêmes caractéristiques pour diverses valeurs de τ empiriquement connues. C'est cette condition forte qui en fait venir aux constructions fractales dans les mathématiques financières et aux lois dites α-stables (généralisation par Paul Lévy de distributions déjà repérées par Pareto, c'est pourquoi on parle de lois de Pareto-Lévy)[21].

Parce que l'image de la courbe en « chapeau de gendarme » est très connue (marque du succès culturel du queteléisme), la première piste qui vient à l'esprit pour rendre raison d'une distribution du genre de celle représentée sur la figure 5.3, ci-contre, est celle d'une loi de probabilité dite « normale » ou laplaco-gaussienne. Un siècle et demi d'histoire de la statistique, je l'ai déjà suggéré, a façonné cette apparence forgée par Adolphe Quetelet. Mais les distributions empiriques des variations boursières relevées en fréquence fixe pour différentes valeurs de τ (un jour, une semaine, un mois, etc.) ont une forme moins normale (au sens de Laplace-Gauss) qu'attendue. Elles présentent à toutes les échelles,

20. Présentant notre livre publié en 2007, Christian Walter et moi avons eu à faire face à cette confusion plusieurs fois. C'est sa discussion qui nous a convaincu par étapes de procéder aux clarifications qui s'imposent, pour ma part avec le présent ouvrage et pour celle de Walter dans de prochaines publications sur le recours aux mouvements browniens dans les mathématiques financières actuelles.

21. Ces lois ont été introduites en finance par Benoît Mandelbrodt dès 1960. Sur leurs propriétés et leur intérêt épistémologique, voir Mandelbrot [1967]. Leur exploration systématique en finance n'a été possible qu'après l'essor du calcul électronique, plus tardif. Pour un état des lieux, voir Mandelbrot [1997], Lévy-Véhel et Walter [2002] à propos des marchés, et Sornette [2003] et [2005] à propos des structures globales. Sur la problématique générale de l'exploration des phénomènes à plusieurs niveaux d'échelles en histoire et en sciences sociales (non pas en économie ni en finance), voir Revel [1996]. Sur celle de leur cohérence à ces différents niveaux dans les sciences physiques et dans les sciences économiques et sociales, voir Brian et Alunni [2001] et Bontems [2005] et [2009].

quoique différemment selon l'échelle, la même caractéristique : on observe un trop grand nombre de grandes et de petites variations, et un nombre trop faible de variations banales [22].

Walter a observé que ce constat correspond parfaitement à une impression souvent partagée par les professionnels des marchés et que traduit l'adage « le marché est très calme... sauf quand il bouge beaucoup », alors que l'hypothèse du modèle d'une distribution gaussienne correspondrait à un marché ni très calme ni très agité, mais pour lequel l'agitation demeurerait régulière. Ainsi les variations boursières sont plus raides et moins régulières qu'attendu par un agent habitué à des fluctuations routinières. Je reviendrai plus loin sur la formation historique de la forme de cette familiarité.

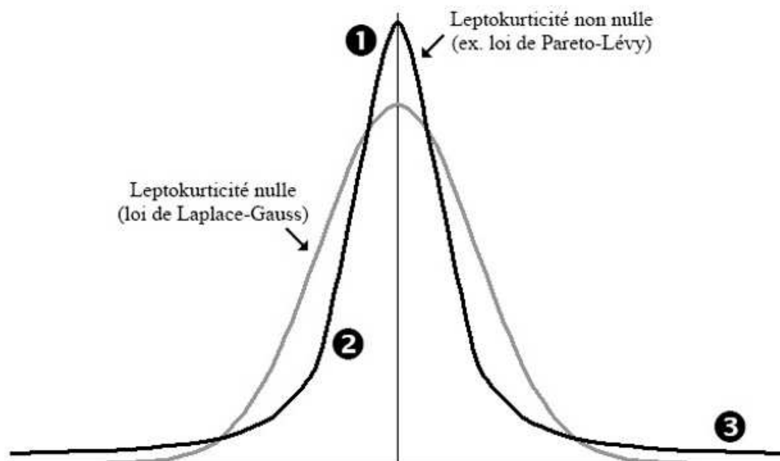
En termes mathématiques, cela signifie que la variance du phénomène n'est pas toujours calculable. Mais « pas calculable » ne signifie pas « pas mathématisable » ! C'est, on l'a vu, une affaire de définition implicite de l'espace mathématique qui assure les propriétés du calcul, ce que symbolisent par exemple les notations $\mathcal{L}^2$ et $\mathcal{L}^1$ [23]. Les lois stables de Lévy [1924] qui permettent de procéder aux calculs dans ces différents espaces sont caractérisées par un paramètre α qui prend la valeur 2 dans le cas laplaco-gaussien où la tendance centrale et la variance sont calculables, et la valeur 1 quand seule l'espérance est calculable. Il est possible d'échelonner ce paramètre α selon les distributions empiriques observées. Or l'examen de nombreuses séries d'indices boursiers a conduit Lévy-Véhel et Walter vers des estimations de la valeur de α de l'ordre de 1,6 à 1,8 [24]. Avec un œil accoutumé à la lecture des graphiques, cette propriété qui porte sur l'intégrabilité au deuxième ordre de la série des écarts est lisible sur un graphique du genre de celui du bas de la figure 5.2, p. 105, ou bien de celui de la figure 5.3, p. 106. Une telle lecture est l'homologue à l'absence manifeste de continuité sur l'une des courbes de la figure 5.1, p. 102.

Walter a bien raison de constater qu'ainsi les calculs rencontrent l'adage des professionnels. En effet, s'ils étaient engendrés par des distributions gaussiennes identiques et indépendantes, appréciés selon ce procédé ergodique, il prévaudrait sur les marchés boursiers une agitation régulière et bornée, tandis que le caractère α-stable des distributions observées, selon un α plus petit que 2, traduit le fait que l'agitation y apparaît le plus souvent ou bien faible ou bien forte, mais non pas modérée.

Les statisticiens du XIXe siècle aimaient à répéter l'adage « *in medio stat virtus* » inspiré d'un vers d'Horace qu'ils entendaient comme un éloge flatteur de la moyenne et du juste milieu, méprisant les grands écarts qu'ils renvoyaient aux extrémités de distributions symétriques autour de leur centre et de poids au loin négligeable, enfermés qu'ils étaient dans leurs préjugés gaussiens... L'intense enregistrement des cours dans la finance aujourd'hui révèle que les plus petites variations sont plus fréquentes qu'ils ne l'imaginaient et que les extrêmes, s'ils sont rares, n'en sont pas pour autant négligeables. Rien ne les préparait à

22. Walter [2002a] et [2002b].
23. Voir le chapitre 4, p. 81-97, et plus loin, le chapitre 6, p. 129-159.
24. Lévy-Véhel et Walter [2002], p. 111-142.

Figure 5.4 : lois de probabilité de Laplace-Gauss (LG) et de Pareto-Lévy (PL).



① Les valeurs proches du centre sont plus fréquentes en régime PL qu'en LG.
② Les écarts modérés sont bien moins fréquents en PL qu'en LG.
③ Les événements extrêmes, négligeables en LG, ne le sont pas toujours en PL.

accorder tant d'importance aux accidents. Force est de constater que l'habitus quetelésien des spécialistes de sciences économiques et sociales aujourd'hui n'est pas moins sujet à l'hystérèse que celui des paysans béarnais ou des travailleurs algériens analysés par Bourdieu [25].

La figure 5.4, ci-dessus, illustre la différence entre une distribution de l'incertitude selon une loi de probabilité gaussienne (ou loi de Laplace-Gauss) et un hasard de Lévy (gouverné par une loi de Pareto-Lévy). Les distributions financières effectivement observées, conformes à des lois α-stables, sont plus pointues au lieu de la valeur centrale. Elles sont aussi plus creuses de part et d'autre. Elles sont plus étirées aux extrémités (on parle alors de queues de distributions). Considérant des fluctuations concrètes, les plus réduites et les plus fortes seront plus fréquentes selon une loi de Pareto-Lévy que pour une loi de Laplace-Gauss, alors que des fluctuations intermédiaires seront plus rares.

Sans même entrer dans le calcul, la comparaison de la figure 5.3 (la distribution empirique, p. 106) et des courbes de la figure 5.4 (les deux candidates pour une distribution théorique, ci-dessus), suggère pour le Dow Jones Industrial Average, entre 1974 et 2009 que la distribution observée est plus effilée que celle d'une loi normale. Les flancs sont plus minces, et c'est bien ce qu'il en est : une partie de la densité de la probabilité sur les flancs de la gaussienne est perdue et se reporte au centre de la distribution parétienne et sur ses extrémités.

25. Bourdieu [1980].

La terminologie suit ce constat : on parle d'un phénomène leptokurtique[26]. Walter invite à saisir directement l'effet concret de la leptokurticité en considérant la performance boursière d'un actif. Conformément à l'intuition des professionnels, davantage de moments de grandes variations ou de petites variations et moins de moments d'agitation moyenne produisent une concentration de la performance sur les temps forts des fluctuations du titre : une performance de 30 % en trois mois, par exemple, peut résulter principalement de quelques jours de très fortes hausses, et non pas d'une hausse quotidienne régulière.

Dans la progression de la performance cumulée X_t apparaissent des ruptures de régimes : des périodes longues où l'on gagne très peu, suivies d'un gain important, puis de nouveau de longues attentes. La notion de gain moyen journalier a ici peu d'importance pour l'appréciation de la performance réalisée. Un monde financier qui épouse une courbe de hasard de Pareto-Lévy ou α-stable est un monde de discontinuités et de concentrations, et, dans ce monde, établir une moyenne des variations n'est pas toujours possible.

Il est possible de tester le degré de leptokurticité d'une distribution. Partant de l'évolution au jour le jour de la performance boursière cumulée X_t. À l'échelle d'un jour ($\tau = 1$ jour), le taux de rentabilité périodique $\Delta X(t,\tau)$ est, on l'a vu, l'accroissement du processus aléatoire X_t, c'est-à-dire la performance quotidienne de l'actif[27].

Le test porte sur la distribution de probabilité de $\Delta X(t,\tau)$. On la saisit par ses moments (par ses intégrales) pour autant qu'ils soient calculables : son espérance mathématique, sa variance, etc. Ils dépendent, on le voit, du pas τ. Pour toute échelle d'analyse τ, ces moments d'ordre k peuvent être notés $\mu_k(\tau)$ et formulés ainsi :

$$\mu_k(\tau) = \mathbf{E}\left([\Delta X(t,\tau)]^k\right) \tag{5.4}$$

et les moments centrés d'ordre k, notés $m_k(\tau)$:

$$m_k(\tau) = \mathbf{E}\left([\Delta X(t,\tau) - \mu_1(\tau)]^k\right) \tag{5.5}$$

Dans l'attirail des techniques de mathématique financière, les deux premiers moments μ_1 et m_2 que sont l'espérance mathématique de ΔX et sa variance offrent une prise sur la rentabilité et le risque :

$$\mu(\tau) = \mu_1(\tau) = \mathbf{E}[\Delta X(t,\tau)] \tag{5.6}$$

$$\mathbf{Var}(\tau) = m_2(\tau) = \mathbf{E}\left([\Delta X(t,\tau) - \mu(\tau)]^2\right)$$

26. Walter [2002b]. L'étymologie grecque du mot renvoie à κυρτός (bosse) et à λεπτός (mince, dépouillé, chétif). Sur la série du Dow Jones, voir les calculs plus complets en annexe.
27. Je suis ici toujours l'exposé synthétique de Walter [2002b].

De la variance, on déduit classiquement l'écart type, interprété en termes de volatilité financière :

$$\sigma(\tau) = \sqrt{\mathbf{Var}(\tau)} \tag{5.7}$$

Si $\tau = 1$ jour, μ et σ servent à estimer la performance quotidienne moyenne et la volatilité quotidienne moyenne. Cette volatilité est un paramètre d'ordre de grandeur : on se demande concrètement si elle tourne autour de $\pm 3\,\%$ ou bien de $\pm 30\,\%$ par exemple.

Mais la tendance de l'ampleur des fluctuations suffit-elle pour saisir l'incertitude propre au cours considéré ? Sans doute non. Il importe en effet de savoir comment on parvient à cette ampleur : de manière régulière ou bien irrégulière. Si c'est un gain de 30 % réalisé en trois mois, il n'est pas indifférent que la chose soit régulièrement acquise comme au fil des jours ou bien seulement en deux ou trois jours de Bourse par suite de rebonds comme disent les professionnels, qui seraient par exemple les contrecoups d'annonces publiques de la société cotée.

De là le développement du recours à un indicateur de leptokurticité. Il s'agit du moment centré d'ordre 4 ou de son équivalent, le coefficient d'aplatissement dit de Pearson et Fisher [28]. Dans le prolongement des formules précédentes, ce coefficient a la forme suivante :

$$K(\tau) = \frac{m_4(\tau)}{\sigma(\tau)^4} - 3 \tag{5.8}$$

Si la distribution est normale, $K(\tau)$ est nul. Si la distribution est plus mince que la normale, il est positif. Il faut ajouter qu'une leptokurtique – pour laquelle la valeur de $K(\tau)$ serait positive – n'a pas nécessairement pour conséquence des fluctuations de grande amplitude. Cela signifie seulement qu'une agitation forte ou faible du cours de marché du titre considéré sera plus probable, l'amplitude des variations demeurant peut être très faible. Le coefficient $K(\tau)$ indique l'âpreté d'une trajectoire boursière.

Au bilan de presque cinquante ans de calculs et de controverses dans la théorie financière, au cours desquels ces indices et ces clarifications conceptuelles ont été formés et amplement débattus, force est de constater que les séries $\{\Delta X_1, \cdots, \Delta X_n\}$ collectées depuis le XXe siècle sur les marchés connus et pour diverses formes d'actifs (tel l'indice du Dow Jones Industrial Average représenté sur la figure 5.2, p. 105), une fois soumises au calcul, présentent des coefficients d'aplatissement K, quand τ vaut 1 jour, plus conformes à l'hypothèse leptokurtique qu'à l'hypothèse gaussienne [29].

Comment interpréter ce constat ? Walter indique qu'on a d'abord envisagé l'effet de causes externes aux marchés. Dans ce cas, la leptokurticité des distributions des variations boursières proviendrait de l'absence de normalité gaussienne du monde économique de la production et de l'impact des chocs d'information exogènes non gaussiens qui en résulteraient. C'est l'« effet Noé », pour

28. En langue anglaise, on parle de coefficient de courbure ou *kurtosis coefficient*.
29. Mandelbrot [1997], Lévy-Véhel et Walter [2002], Walter [2002b].

reprendre l'expression forgée par Mandelbrot qui, par analogie avec l'épisode biblique du Déluge [30], a imaginé qu'un « déluge d'information » pouvait intervenir soudainement sur le marché financier et passerait dans les prix par le jeu de l'efficacité informationnelle (pour ainsi dire sauvée des eaux). C'est l'approche externaliste : la paternité en revient à Mandelbrot (dans ses conceptions initiales de 1963), puis à Fama. Elle consiste à rechercher dans les quantités ou dans les variables de l'économie supposée réelle des structures leptokurtiques. « Si de grandes variations de cours surviennent fréquemment, cela peut vouloir indiquer que la structure de l'économie à l'origine de ces variations est elle-même sujette à de grands et fréquents changements [31]. »

En 1972, Samuelson ajouta que « de telles distributions ultra-étirées se manifestent fréquemment en économie [32]. » Cette voie a été systématiquement explorée par Zajdenweber qui a présenté un échantillon important de résultats (sur la taille des entreprises, les chiffres d'affaires annuels, la répartition des richesses, la population des pays, etc.), dont les formes parétiennes étaient parfois déjà connues depuis Pareto lui-même. Zajdenweber les a qualifiés d'*économie des extrêmes* [33].

Mais la littérature procure aussi une interprétation internaliste, nous dit Walter. Elle consiste à considérer que le phénomène leptokurtique serait le produit d'une amplification par les agents financiers de fluctuations ou d'informations dont l'incertitude originelle serait normale au sens gaussien, mais démultipliée une fois devenue information endogène par des effets de mimétisme qui conduiraient à des ruptures de marché. Ainsi la définition de l'efficacité informationnelle au sens de Fama [1976] fait intervenir la notion de *pertinence* de l'information, de *significativité* d'un choc d'information. L'amplitude que peut alors produire un tel choc sur la variation des prix dépend de l'interprétation que les opérateurs de marché feront de l'information. L'intersubjectivité accentue ici l'irrégularité des chocs d'information exogène. Une formalisation du traitement de l'information devient nécessaire. L'hypothèse des anticipations rationnelles a visé la résolution de cette question [34]. Mais on sait depuis une vingtaine d'années que cette hypothèse ne suffit pas à assurer la réalisation d'un équilibre du marché : une polarisation des anticipations est possible, qui conduit le marché sur n'importe quel point fixe arbitraire [35].

Il a été abondamment montré depuis les travaux théoriques des années 1980 comment l'introduction de l'intersubjectivité des agents pouvait rendre raison des cours sur les marchés et comment le mimétisme pouvait gouverner un équilibre [36]. L'indétermination des cours et leur sensibilité aux prophéties autoréalisatrices des agents démontrent l'importance des mécanismes de coor-

30. Mandelbrot [1973].
31. Fama [1965], p. 41.
32. Samuelson [1972], p. 30-31.
33. Zajdenweber [2000]. Sur la modélisation de telles distributions selon des fonctions de puissance, voir Barbut [2007]. Sur la sociologie de Pareto, voir Valade [1990].
34. Voir le bilan de Challe [2007].
35. Voir cette fois This Saint-Jean [2007].
36. Azariadis [1981] et Azariadis et Guesnerie [1982]. Voir la synthèse d'Orléan [1999].

dination[37]. Certains auteurs ont par suite tenté de montrer que ces mécanismes spéculatifs d'intersubjectivité étaient une cause de la leptokurticité de l'incertitude boursière[38]. Mais cette position constructiviste rencontre deux objections principales : d'une part la marque de facteurs qui ne relèveraient pas de la seule agrégation des opinions est avérée ; d'autre part, il n'est pas interdit de considérer qu'un investisseur sur un marché financier ne parie pas nécessairement contre la nature, ni contre les opinions collectives, mais simplement contre d'autres investisseurs particuliers, constat qui renvoie la Bourse à un jeu de stratégie à plusieurs joueurs[39].

La chose à mes yeux la plus importante dans cet ensemble de résultats amplement discutés est que la leptokurticité des distributions d'incertitude financière est tout à fait compatible avec les deux grandes thèses sur la nature des phénomènes de marchés, externaliste qui sauve l'efficacité informationnelle, ou bien internaliste qui la subvertit par l'intersubjectivité[40]. Qui plus est, on l'a vu au chapitre précédent, les focalisations dogmatiques des auteurs sur l'une ou l'autre de ces deux grandes thèses proviennent des présupposés gaussiens qu'ils partagent. Si bien que, dans un cadre non gaussien, il est tout à fait acceptable de considérer que les deux logiques se conjuguent sans devoir s'exclure : le monde de la production économique n'a pas lieu d'être lui-même gaussien et les phénomènes d'amplification de l'information propre au monde des finances ont tout lieu d'apporter leur lot de leptokurticité à l'incertitude qui y règne[41].

Ainsi je tiens l'âpreté des distributions de l'incertitude pour un acquis amplement discuté parmi les spécialistes. Il s'agit d'un fait général qui caractérise la structure morphologique du phénomène financier. Une fois restitué dans un cadre épistémologique pertinent, il est possible de nouer ce constat avec les pans les plus connus de la théorie des marchés, et de les accorder malgré leurs antagonismes apparents. Loin d'une curiosité technique, il s'agit donc d'un élargissement de la théorie.

Une fois cette perspective adoptée, force est de constater que cette structure parétienne de l'incertitude financière a longtemps été appréhendée par les professionnels et par les théoriciens au filtre d'une hypothèse fausse, le présupposé selon lequel cette même incertitude devrait obéir à des distributions gaussiennes, marque de l'empire de la statistique quetelésienne sur le raisonnement économique. Et ce filtre lui-même en avait remplacé un autre antérieur, très en vogue au siècle des Lumières : l'affaire eût tenu d'un coup de dés...

37. La littérature spécialisée en reconnaît trois types distincts : les effets dits de « taches solaires », la prescription des gourous des marchés, les conditions psychologiques collectives. Voir Tajeddine [2007].

38. Johansen et Sornette [1998], Bouchaud et Cont [1998].

39. Sur ces critiques, voir Tadjeddine [2007].

40. Walter [2002b] et Walter dans Walter et Brian [2007a].

41. D'un point de vue non pas économique mais organisationnel, d'autres auteurs arrivent à la conclusion que le développement des réseaux d'information induit des morphologiques parétiennes, voir Barabási [2003]. Cela me conforte dans cette conjecture.

À la fin du XIXe siècle et au XXe siècle, cette méconnaissance n'a pas empêché les agents économiques d'appréhender, certes de manière biaisée, des régularités financières. Dans des périodes plus anciennes, leurs prédécesseurs, s'ils ne disposaient pas des calculs aujourd'hui en vigueur, n'en furent pas moins actifs et y trouvèrent leur profit[42].

Dans tous les cas considérés, il y a bien un écart entre la forme de l'incertitude du phénomène financier et son objectivation par les spécialistes, ce que j'ai appelé au deuxième chapitre la probabilité du phénomène : il importe donc de distinguer ces deux registres et de ne pas présupposer que la morphologie de l'incertitude serait conforme aux capacités de calcul même les plus sophistiquées pour une époque donnée[43]. C'est en somme une affaire de connaissance approchée[44].

5.3 Une épreuve empirique

Le constat de leptokurticité des cours relève d'une description de la distribution instantanée de l'incertitude et fait suite à une hypothèse d'ergodicité. Ce constat, il en a déjà été question, ne dit *rien quant au processus* qui s'est en fait déroulé dans le temps et qui a engendré cette distribution. C'est pourquoi la leptokurticité des cours ne permet pas de trancher entre diverses modélisations du processus actuellement concurrentes. Il faudrait en effet préciser les hypothèses sur la manière dont intervient le temps dans la reconstitution des trajectoires boursières, leur *cadre temporel* pour parler à la manière d'un sociologue durkheimien. Sans cette explicitation au moyen de l'analyse mathématique, il n'est pas possible de trancher quant à la dynamique des titres sur les marchés.

Il est donc clair que si l'étude de la leptokurticité ergodique offre une approche de la dispersion de l'incertitude boursière plus pertinente que les intuitions ou les modèles antérieurs, elle ne peut abolir l'écart entre l'incertitude du phénomène et sa probabilité, ni par suite la distinction entre la probabilité de ce phénomène et celle subjective propre à l'agent. Cette probabilité subjective en effet dans l'action, à supposer que l'agent mobilise les compétences les plus légitimes ou les plus savantes du moment, ne peut qu'épouser tangentiellement et momentanément la probabilité calculable pour le phénomène, étant entendu de plus que l'action idoine n'a pas à en présupposer la maîtrise savante.

Aller plus loin, ici même, à l'égard de l'exploration mathématique de la forme de l'incertitude processuelle caractéristique des modèles de marchés me conduirait au-delà du possible et du nécessaire pour mon propos. Cela m'impo-

42. Sur l'expérience financière du XVIIIe siècle, voir Gallais-Hamono et Berthon [2008] ; sur celle du XIXe siècle, voir Gallais-Hamono et Hautcœur [2007] et Arbulu [2008].

43. De nouveau, voici le lieu d'un nouvel historicisme économique.

44. Bachelard [1927]. Précisons que, comme Keynes, Bachelard (1884-1962) fut dépendant de l'état de connaissance de son temps en matière de calcul des probabilités. Il convient donc ici, pour ainsi dire, de rafraîchir sa conception du rationalisme en révisant son recours aux probabilités.

serait de trancher entre des options actuellement discutées par les spécialistes sans pouvoir disposer du recul auquel j'ai pu avoir recours en discutant les martingales et la leptokurticité [45].

Toutefois, muni du procédé de calcul ergodique de la distribution de probabilité, $\Delta X(t,\tau)$, il est encore possible d'esquisser une analyse de la temporalité de l'incertitude des marchés où peuvent se rejoindre la réflexion mathématique sur l'incertitude propre aux processus boursiers et la réflexion sociologique tissée depuis les années 1930, bien qu'elle fût étrangère au calcul.

On part comme précédemment de la série du cours S_t, de la performance cumulée X_t et de la rentabilité continue $\Delta X(t,\tau)$ (formules 5.1, p. 104, à 5.3, p. 105). L'indice pertinent pour la leptokurticité est $K(\tau)$ (formule 5.8, p. 111) [46].

De quel matériel empirique dispose-t-on ? Ce sont au mieux des séries aussi longues que possible des cotations enregistrées dans le cas le plus dense lors de chaque intervention sur le marché, accompagnées de la date (et de l'heure) de chaque opération. Mais en général, ce sont des séries journalières, hebdomadaires ou mensuelles. Quoi qu'il en soit, ce matériel a la propriété de venir avec trois informations distinctes. L'une d'entre elles est *implicite*, mais non moins importante pour ce qui m'intéresse. Ce sont les valeurs S, les repères chronologiques calendaires t et l'ordre séquentiel implicite des enregistrements, qu'on peut noter i [47].

Cet ordre séquentiel i n'offre pas moins que le temps calendaire t un référentiel chronologique. Mais à la différence du temps calendaire t par rapport auquel il serait possible d'apprécier l'accélération ou l'échauffement d'un marché, à suivre le temps séquentiel i, on serait tout à fait indifférent aux hauts et aux

45. Christian Walter étudie ces aspects en collaboration avec Olivier Le Courtois

46. Les éléments mathématiques ont été posés par Mandelbrot et Taylor [1967], puis repris dans Mandelbrot [1997], et exploré notamment par Ané et Geman [2000]. J'y reviendrai dans la section 5.4 suivante. Le choix que je fais de la voie empirique provient de discussions avec Christian Walter en marge du séminaire *Sociologie des instruments symboliques*, 2007-2008, à l'EHESS, puis au cours de la rédaction de ce livre. Il provient aussi de discussions avec Pierre-Cyrille Hautcœur, Angelo Riva, Jérôme Bourdieu et Gilles Postel-Vinay à l'École d'économie de Paris. Ma préoccupation a été d'aboutir à une procédure (à un *kit*) élémentaire à mettre en œuvre sur des séries anciennes ou différentes de celles des cours de Bourse, de telle sorte que les historiens et les sociologues puissent tester la prévisibilité gaussienne ou leptokurtique de leurs relevés. Ce kit est présenté en annexe, p. 161-177. Ce souci de traduire un attirail mathématique élaboré en procédures plus simples a été inauguré par Quetelet : c'était sa conception de la moyenne, voir notamment Quetelet [1846]). Le prix à payer fut le succès démesuré de cette simplicifcation. Mais tous les statisticiens inventeurs de tests paramétriques ont accompli un geste comparable, souvent plus finement. Même souci, mais à l'encontre du quetelésisme, chez Barbut [2007] à propos des lois de Pareto-Lévy. Mes interactions avec Georges Gallais-Hamono et Jean Berthon ont été utiles, étant eux-mêmes engagés dans la mise à l'épreuve des emprunts émis sous l'Ancien Régime au moyen de l'arsenal actuariel aujourd'hui en vigueur. Que chacun en soit remercié, bien que ma proposition empirique ne doive pas les engager pour autant.

47. Ici, comme dans le cas des statistiques de naissances, il faut adopter un point de vue réaliste quant aux opérations d'enregistrements : il s'agit du phénomène à étudier, et non d'un moment négligeable à perdre de vue aussitôt lancé dans le calcul, ou bien à critiquer en rejetant l'idée même de calcul. Sur l'arrière-plan sociologique de cette démarche empirique et sa portée, voir Brian et Jaisson [2007b].

bas de ces rythmes. Il s'agit en quelque sorte d'un référentiel de temps embarqué. Les opérations de Bourse viennent les unes à la suite des autres. Aussi fébrile que soit le marché, la base de données enregistre les ordres avec toute la métronomie d'un employé de jadis qui aurait parfois pesté contre l'emballement des agents et d'autres fois ironisé sur leur torpeur.

Si bien qu'au moment de l'observation, X_t est identique à X_i. Seules se distinguent les séries $\{\ X_t\ \}$ et $\{\ X_i\ \}$ qu'ils forment, et cela par le choix des référentiels de temps : calendaire, $\{\ \ldots_t\ \}$, ou bien séquentiel, $\{\ \ldots_i\ \}$. Deux calculs parallèles sont possibles. L'intuition sociologique suggère que leur comparaison, si elle conduit à isoler des formes d'incertitude de marchés distinctes selon l'un ou l'autre de ces référentiels chronologiques, pourrait aider à montrer comment les cadres sociaux des actions de Bourse modifient la forme de l'incertitude du phénomène. Le résultat ruinerait pour de bon le sophisme de l'absolutisation de l'incertitude.

Les deux traitements se déroulent ainsi :

Tableau 5.2 : deux référentiels temporels pour l'incertitude de marché.

	Temps calendaire	Temps séquentiel
Temps et pas temporel	t et τ	i et ι
Cours et performance	S_t et X_t	S_i et X_i
Rentabilité périodique	$\Delta X(t,\tau)$ notée $\Delta^* X$	$\Delta X(i,\iota)$ notée $\Delta^\bullet X$
Leptokurticité	$K^* = K(\Delta^* X, \tau)$	$K^\bullet = K(\Delta^\bullet X, \iota)$

Quant à la comparaison graphique des deux distributions de la rentabilité périodique, $\Delta^* X$ et $\Delta^\bullet X$, on peut l'établir en construisant les séries, $\delta^* X(t,\tau)$ et $\delta^\bullet X(i,\iota)$, centrées autour des espérances et réduites à l'échelle des écarts types.

$$\delta^* X(t,\tau) = \frac{\Delta^* X(t,\tau) - \mu(\tau)}{\sigma(\tau)} \tag{5.9}$$

$$\delta^\bullet X(i,\iota) = \frac{\Delta^\bullet X(i,\iota) - \mu(\iota)}{\sigma(\iota)} \tag{5.10}$$

Ce type de calculs et la panoplie d'indicateurs et de graphiques qu'il autorise est détaillé en annexe, p. 161-177.

Afin de suggérer la portée de cette comparaison empirique des structures temporelles de l'incertitude, j'ai eu recours à des sources non pas enregistrées ordre après ordre, mais quotidiennement ou bien mensuellement et complétées par des indicateurs de volumes des transactions. La première est le Dow Jones Industrial Average calculé pour 30 principales valeurs américaines à la clôture quotidienne ou hebdomadaire, de 1930 à 2009, et accompagné du volume des transactions correspondantes dans la journée. Une deuxième est l'indice

du CAC 40 de la place de Paris à la clôture quotidienne pendant les années 2000, accompagné du volume homologue [48]. Une troisième est l'indice mensuel d'activité reconstitué par Pedro Arbulu au cours de sa thèse récente au moyen de 172 titres français cotés à Paris entre janvier 1819 et juin 1914, série elle-même accompagnée du recueil par Angelo Riva de l'enregistrement mensuel du Timbre, impôt sur les transactions boursières pendant la période considérée qui se trouve être le moins mauvais indicateur possible de l'activité du marché parisien [49].

Dans les trois cas, ce ne sont pas des indicateurs saisis au moment de chaque opération (l'exploitation de bases de données professionnelles contemporaines permettrait seule de tenir ce gain le plus fin possible), mais des marques prises au fil de l'eau, à échéance calendaire ou bien une fois passé un volume de transactions qu'on peut fixer par l'avance (en nombre absolu ou bien estimé en volume fiscal pour la série parisienne ancienne). Les résultats obtenus sont détaillés en annexe, p. 161-177. Outre les constats période par période, la série dans son ensemble offre un tableau des conditions dans lesquelles la probabilité des phénomènes de marchés financiers a pu être saisie.

La conclusion la plus manifeste est l'attestation empirique d'une forme homogène de dispersion de l'incertitude sur la rentabilité des deux places financières. Elle est modale, à peu près symétrique et plus ou moins leptokurtique [50].

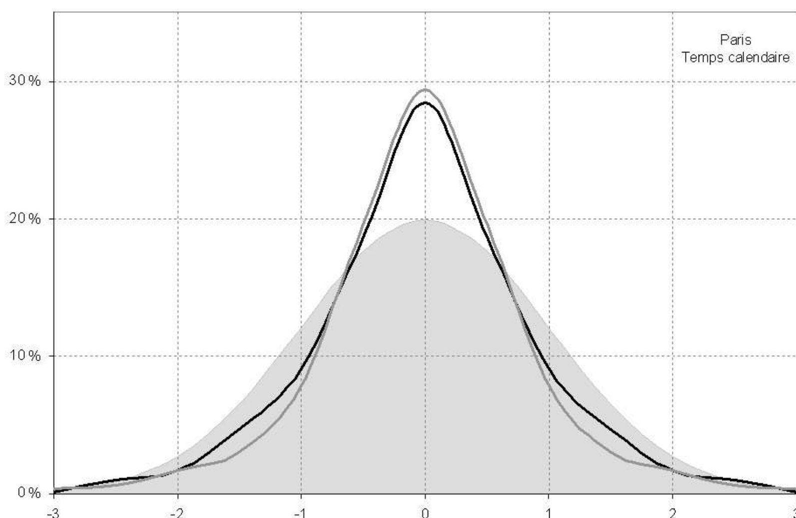
La seconde observation générale est la variabilité de cette forme dans le temps, mais surtout selon que son calcul procède d'un paramétrage en temps d'horloge ou bien au rythme des flux de transactions. Selon le référentiel de calcul, cette forme homogène varie. Rapportée à une même base de comparaison, c'est-à-dire appréciée selon les dispersions centrées et réduites, la leptokurticité de ces distributions varie nettement. Il n'est donc pas pertinent de faire l'hypothèse d'une incertitude uniforme et générale, qu'on l'admette sans l'interroger en lui supposant une forme gaussienne comme le plus souvent, ou bien qu'on l'oppose par principe à tout calcul comme le font les idéalistes sceptiques. Ce sont au contraire des formes diverses d'incertitudes qui se présentent ici, certes assez homogènes. Les agents ne peuvent les atteindre que par le biais d'une combinaison d'institutions d'enregistrements datés et parfois de calculs eux-mêmes datés (pour ma part j'emploie certains d'entre eux sans retenue et de manière anachronique, cela pour des raisons heuristiques). En d'autres termes, on touche ici le principe de la relativité de la probabilité du phénomène :

48. Ces deux séries sont aisément disponibles sur le site web Yahoo!® Finance.

49. Les recherches d'Arbulu portent sur la performance du marché boursier parisien pendant sa formation au XIXe siècle, Arbulu [2008]. J'utilise ici son estimation de la capitalisation boursière des valeurs à revenus variables cotées à Paris entre 1819 et 1914. Les travaux d'Angelo Riva portent sur les conditions institutionnelles de la formation des marchés du Nord de l'Italie à la même époque, Riva [2007], et sur l'histoire de la place de Paris, recherches qui l'ont conduit à recourir à l'enregistrement du Timbre pour disposer d'un indicateur de volume. Je les remercie tous les deux d'avoir bien voulu me procurer ces bases de données qui ont demandé des collectes laborieuses.

50. Voir, en annexe, les tableaux de paramètres et les figures 7.1 (p. 164), 7.4 (p. 166), 7.7 (p. 168), 7.10 (p. 170), 7.13 (p. 172), 7.16 (p. 174) et 7.19 (p. 176).

Figure 5.5 : incertitude calendaire de la rentabilité à Paris au XIX[e] s.



Courbe grise : 1819-1859 ($K^* = 4{,}6$). Courbe noire : 1860-1914 ($K^* = 4{,}4$).
Arrière-plan grisé : dispersion gaussienne standard $\mathcal{N}(0\,;1)$.

l'incertitude objective n'est jamais une donnée immédiate ni de la conscience de l'agent ni de son action ; elle est toujours saisie relativement à un référentiel qu'il faut concevoir de manière réaliste comme un système de cadres sociaux[51].

Les agents, à proprement parler, ne sont pas confrontés à une incertitude absolue, mais à des formes d'incertitudes qu'ils rencontrent ou qu'ils touchent par le biais de référentiels chronologiques divers. Ils sont concrètement faits de combinaisons effectives ou possibles de calculs et d'institutions. Ce sont des cadres sociaux au sens où le sociologue Maurice Halbwachs a employé ce terme après Durkheim. Les opérations de calcul à la portée des agents au XIX[e] et au XX[e] siècle présupposaient un référentiel chronologique calendaire. Mais leur pratique des hauts et des bas du marché pouvait procéder d'une focalisation de leurs attentes sur les rythmes des transactions. Les calculs en temps séquentiels que je propose ici consistent à en donner des reconstitutions.

Concernant Paris comme New York, et deux siècles durant, il n'est pas raisonnable aujourd'hui de retenir l'hypothèse d'une normalité gaussienne pour ces formes de la distribution ergodique de l'incertitude de la rentabilité des indices, que cette incertitude soit appréciée dans un référentiel calendaire ou

51. J'emploie les mots de *relativité* et de *référentiel* aux sens formés dès 1905 par Einstein [1954]. Halbwachs, lui-même lecteur attentif des physiciens de son temps, concevait les cadres sociaux de cette manière [1941/2008].

dans un référentiel séquentiel fondé sur le volume des transactions[52]. La figure 5.5, ci-contre, pour Paris au XIXe siècle, et la figure 5.6, p. 120, pour New York au cours des quatre-vingt dernières années, illustrent la différence des dispersions mesurables en temps calendaire (en gris et en noir sur les figures) avec celle d'une normale laplaco-gaussienne (en pointillés sur les mêmes figures). On observe de plus que varient la leptokurticité des dispersions observées, et donc par suite l'âpreté du phénomène de marché, cela d'une époque à une autre et dans l'un ou l'autre des deux référentiels.

Mais, appréciée au fil du temps de l'horloge, c'est-à-dire avec les moyens de calculs en vigueur parmi les spécialistes pour autant qu'ils aient calculé, cette incertitude présente une morphologie assez stable pour une place donnée et pendant un même siècle. À Paris, le coefficient de leptokurticité calendaire K^* passe au cours du XIXe siècle de 4,6 à 4,4. Les deux dispersions peuvent être comparées visuellement sur la figure 5.5, ci-contre.

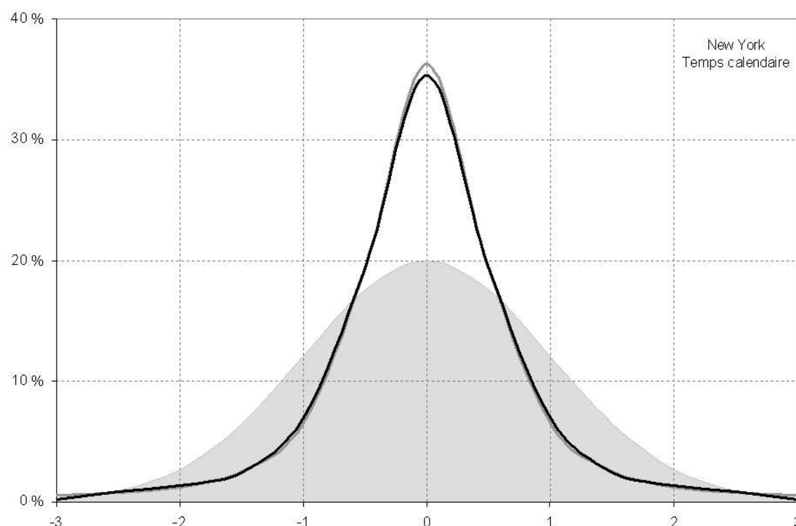
À New York, le même coefficient K^* va de 12,9 à 11,9 entre le milieu du XXe siècle et les années 2000. La figure 5.6, p. 120, offre une comparaison analogue à la précédente. Or, les économistes, les statisticiens et les financiers, depuis les années 1850, ont adhéré à la conception de la moyenne quetelésienne et à son cortège de dispersions gaussiennes. Cette croyance, on le constate, était infondée. Mais leurs calculs leur offraient une représentation du phénomène acceptable, car celle-ci donnait prise à l'identification d'une tendance, même si les dispersions étaient médiocrement restituées. Mieux, la leptokurticité renforçait la croyance dans la solidité du centre. En effet, une dispersion leptokurtique est plus concentrée autour de la valeur centrale qu'attendu dans un schéma strictement gaussien.

En effet, les grandes perturbations bien que trop fréquentes pouvaient être écartées comme aberrantes et les variations modérées demeurant peu fréquentes, la reconnaissance de la valeur centrale s'en trouvait affermie. Ainsi les dispersions fortement leptokurtiques favorisent-elles l'aberration quetelésienne du fait que de prime abord on peut se contenter d'une probabilité du phénomène établie sur une piètre moyennisation des choses. C'est seulement pour autant que les spécialistes tentent de scruter l'écart à la valeur centrale, c'est-à-dire dès qu'ils cherchent à saisir le phénomène au moyen de son écart type ou de tout moment d'ordre supérieur, qu'une telle forme d'incertitude résiste à la robustesse du quetelésisme.

À Paris, par exemple, après le premier Empire et avant la politique de libre-échange admise par le second Empire, la leptokurticité de l'incertitude sur la rentabilité du marché des valeurs industrielles est plus marquée en référentiel calendaire ($K^* = 4{,}6$) qu'en référentiel séquentiel ($K^\bullet = 1{,}7$). Les agents les mieux rivés à la Corbeille, entraînés au rythme global des transactions, pouvaient apprécier ses fluctuations à un rythme plus prévisible que les observateurs éloignés du foyer boursier (figure 7.1, p. 164). Ainsi se formait l'intérêt aux choses de la place.

52. Ce résultat rencontre des conclusions déjà connues et discutées plus haut.

Figure 5.6 : incertitude calendaire de la rentabilité du Dow Jones au XXe s.

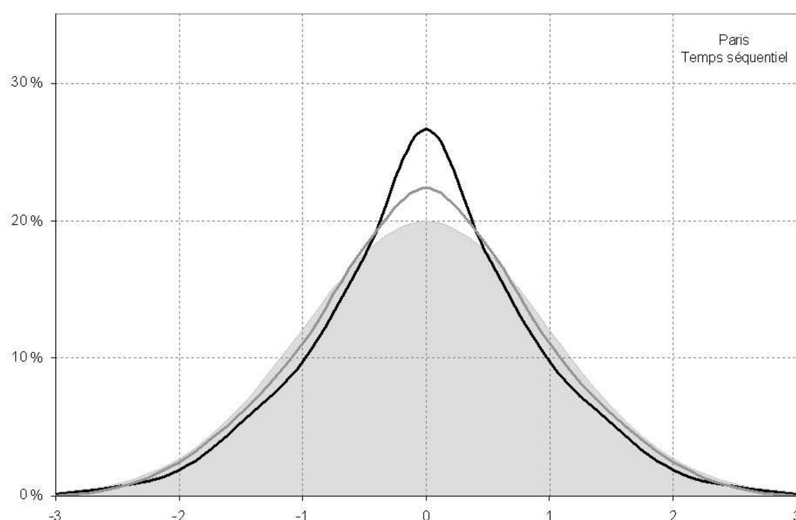


Courbe grise : 1930-1960 ($K^* = 12{,}9$). Courbe noire : 2004-2009 ($K^* = 12{,}0$).
Arrière-plan grisé : dispersion gaussienne standard $\mathcal{N}(0\,;1)$.

Quoiqu'elle s'en distingue significativement, l'incertitude du marché pour cette période, saisie en référentiel séquentiel, est la plus proche de celle d'une normalité gaussienne dans l'ensemble des cas étudiés. Mais cette période est aussi celle pendant laquelle on a eu le moins recours à des calculs explicites fondés sur la théorie de la moyenne queteléssienne. Ils ne se sont généralisés parmi les statisticiens qu'à partir du milieu du XXe siècle. Étant entendu qu'aucun des calculs que je présente ici n'étaient à la portée des agents à cette époque et que leur appréciation de la probabilité du phénomène de marché provenait uniquement de leur pratique et d'enseignements généraux éventuels, il apparaît donc, et c'est là une conclusion inattendue, que le recours à une moyenne queteléssienne a répondu à la forme de l'intuition de l'incertitude autour de la Corbeille, parmi ceux qui pouvaient suivre les hauts et les bas au plus près du phénomène.

Au cours de la période suivante, entre la politique de libre-échange sous Napoléon III et le début de la Première Guerre mondiale, le marché parisien a vu son volume de transactions doubler et trouver un régime de croisière. Parallèlement, c'est le grand moment d'introduction du raisonnement et des procédures statistiques queteléssiennes en économie et à la Bourse. Or cette moyennisation, bien qu'elle ait pu entrer à proprement parler – on vient de le voir – dans les vues des agents, n'a pas normalisé l'incertitude du marché de manière laplaco-gaussienne (figure 7.4, p. 166). L'effet fut tout à fait différent,

Figure 5.7 : moyennisation et incertitude séquentielle à Paris au XIX[e] s.



Courbe grise : 1819-1859 ($K^{\bullet} = 1{,}7$). Courbe noire : 1860-1914 ($K^{\bullet} = 3{,}2$).
Arrière-plan grisé : dispersion gaussienne standard $\mathcal{N}(0\,;1)$.

preuve empirique que le mimétisme ou la coordination des agents n'a pas lieu de produire des effets conformes à cet accord explicite ou implicite. En effet, il est remarquable que, dans les deux référentiels, la morphologie de cette incertitude en vienne à presque coïncider. K^* calculé en temps d'horloge change peu et passe à 4,4. Alors que $K^{\bullet}$ calculé au rythme du marché croît nettement pour atteindre 3,2 (figure 5.7, ci-dessus).

Si bien qu'on peut conclure que la moyennisation du marché parisien a produit un instrument assez satisfaisant pour accorder l'appréhension de l'incertitude boursière au rythme du marché à celle au rythme du temps général. Si une normalité est ici en cause, il ne s'agit en rien de celle, statistique, de la dispersion de l'incertitude du marché, mais de celle épistémologique que Thomas Kuhn (1922-1996) attribuait à une science exercée dans les conditions idéales d'un paradigme cohérent. L'exemple de la place de Paris autour de 1900 suggère donc que la moyennisation des marchés a induit la formation d'une période de compétence *normale* pendant laquelle les deux appréciations de l'incertitude du marché ont coïncidé de manière acceptable pour l'action, cela malgré sa fausseté. Voilà un second facteur de robustesse sociale de la conception queteléslenne[53].

53. Ce monde où tout *devrait se passer comme si* les incertitudes étaient queteléslennes (ou laplaco-gaussiennes), c'est-à-dire comme si on pouvait attendre les tendances centrales des phénomènes et escompter les variations autour de ces centres, et où, par surcroît, un esprit

La même conjonction peut encore être observée à New York entre 1930 et 1960, de manière plus nette. Les structures de l'incertitude appréciées par les spécialistes au rythme du temps calendaire que présupposaient les outils qu'ils employaient alors à outrance et celles qu'ils enregistraient de fait au rythme des transactions sont très semblables. La leptokurticité calendaire K^* est 12,9. Son homologue séquentielle $K^\bullet$ est 6,6. Les deux niveaux sont très élevés. Les dispersions sont voisines dans l'intervalle de $\pm\, 3$ écarts types autour de la valeur centrale. La différence entre les deux coefficients provient des valeurs les plus extrêmes.

La moyennisation de l'information et celle des critères de l'action offraient à New York pendant cette période, comme à Paris précédemment, un régime cohérent bien que les hypothèses quetelésiennes quant au réalisme de la moyenne fussent et demeurent infondées. Sans doute la place de New York, entre 1930 et 1960, offre-elle l'idéal-type de la normalité épistémologique de la moyennisation des phénomènes de marchés (figure 7.10, p. 170).

Les années 1970-1990 sont caractérisées par un formidable accroissement des flux de transactions sur le marché new-yorkais. Elles sont suivies en deux étapes dans les calculs présentés en annexe. En effet, le principe de cette épreuve empirique repose sur la définition du pas ι en volume de transactions, et il a fallu segmenter l'analyse en deux temps. La période 1961-1972 partage avec la précédente une certaine conformité des structures de dispersion de l'incertitude observée selon le temps calendaire des calculs en vigueur et celui séquentiel propre au rythme du marché. Mais, et la chose surprend, ces dispersions apparaissent finalement présenter une plus grande proximité avec l'hypothèse d'une normalité laplaco-gaussienne de cette incertitude, c'est-à-dire avec le présupposé technique des calculs ($K^* = 5{,}5$ et $K^\bullet = 3{,}7$; figure 7.13, p. 172). Or c'est précisément l'époque des premiers résultats théoriques sur les martingales financières[54]. Il est remarquable qu'à New York, à la veille de leur martingalisation, les marchés se soient présentés à l'esprit des spécialistes comme martingalisables, de même qu'à Paris, à la veille de leur moyennisation, ils se soient présentés à leurs homologues du siècle précédent comme moyennables.

Pendant la période 1973-2003[55], on assiste en parallèle à la martingalisation des marchés financiers et à une intensification sans précédent de l'activité du marché new-yorkais. Il s'ensuit une transformation de la relation entre les deux temporalités considérées, et cela d'une manière tout à fait nouvelle (figure 7.16, p. 174). Pour la première fois parmi les cas étudiés, l'incertitude sur le Dow Jones, appréciée au fil du temps des transactions, apparaissait nettement plus rude ($K^\bullet = 9{,}9$) que celle appréciée au rythme calendaire, qu'il soit enregistré à la journée ($K^* = 2{,}8$) ou bien à la semaine ($K^* = 2{,}3$).

élevé concevrait et interrogerait une telle nécessité, ce monde-là est celui de *L'Homme sans qualités* de Robert Musil, analysé par Bouveresse [1993]. Mais, quoique formé et pensé selon des principes queteléssiens, ce monde semble bien ne pas y avoir été tout à fait conforme, à la Bourse tout au moins.

54. Voir le chapitre 3, p. 53-78.

55. La précision des dates précises importe peu ici. Ce sont comme des coupes qui révèlent l'évolution de l'ensemble des transactions et la morphologie de l'incertitude.

Pendant ces années, le même volume de transactions correspond à une centaine de jours au début de la période et à quelques journées, voire à un jour, à la fin de la période. Cet accroissement fut grosso modo exponentiel. Mais la relation entre les deux temps considérés est elle-même fluctuante, et par suite seulement connue en probabilité. Toutes les conditions d'une dépendance parétienne entre ces deux échelles de temps sont remplies (figure 7.17, p. 175) [56].

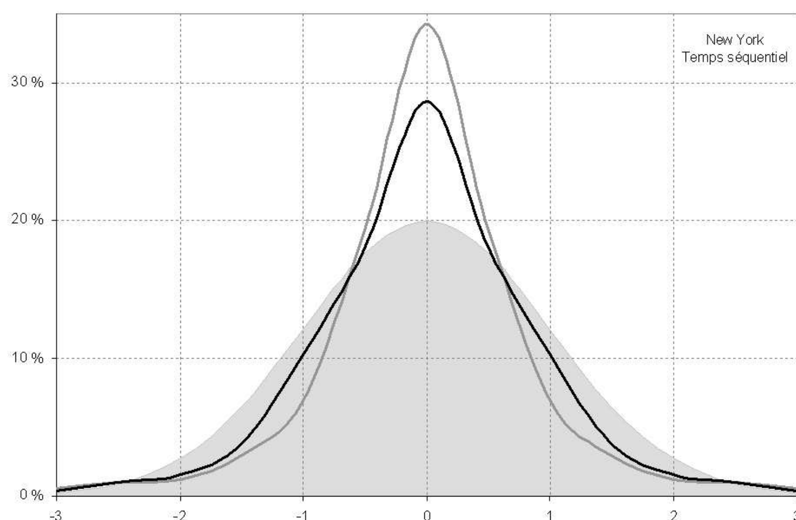
Cette forte croissance boursière a induit des distorsions entre l'appréciation technique de l'incertitude et celle concevable au fil de l'activité. Dans les cas précédents les agents, en suivant le marché l'œil rivé sur les indicateurs, gagnaient quelque chose. Leur appréciation de l'incertitude financière était plus confortable que celle offerte par les indicateurs calculés. Avec du métier, on pouvait maîtriser intuitivement ce qui de loin ou dans les calculs apparaissait plus tendu, plus brutal ou plus chaotique. Au cours des dernières décennies du XXe siècle, pour la première fois, l'incertitude des marchés appréhendée intuitivement par les spécialistes les plus intensément engagés dans son activité leur est apparue plus rude, plus rugueuse ou plus âpre, comme on voudra, que celle mesurée par les techniques les plus sophistiquées à leur disposition. Parmi eux, les calculs techniques ont paru sans doute affadir la « réalité du marché ». La voie était ouverte pour des conduites affranchies des calculs, mais réglées sur une intense attention portée aux rythmes des cours et une confiance nouvelle dans l'intuition. La croissance exponentielle des marchés a alors rendu possible non pas une bulle spéculative, mais un régime spéculatif cohérent : en somme, un âge d'or de la spéculation légitime.

Au cours des années 2004-2009, à New York (figure 7.19, p. 176) comme à Paris (figure 7.7, p. 168), cette plus grande âpreté de l'incertitude appréciée au rythme des transactions plutôt qu'à celui de l'horloge disparaît de nouveau. Mais contrairement à la période 1860-1914 pour Paris, et à la période 1930-1960 pour New York, toutes deux caractérisées par un régime de normalité épistémologique, tant l'incertitude en référentiel calendaire et celle en référentiel séquentiel avaient des formes voisines, et à l'instar de la première période antérieure à la moyennisation quetelésienne des flux, c'est-à-dire à la Corbeille parisienne entre 1819 et 1859, on observe une divergence entre la probabilité du phénomène telle qu'elle est consolidée en temps calendaire et celle qu'on peut calculer en temps séquentiel. Or c'est en temps calendaire que les indices sont établis parmi les spécialistes. On observe donc très récemment, à New York comme à Paris, une divergence entre l'appréciation technique standard de l'incertitude de marché et l'appréciation du même phénomène au rythme propre des transactions.

---

56. C'est une distribution inégalitaire très fréquente dès qu'on analyse des rangs. Pour un bilan et une méthode, Barbut [2007]. Pour d'autres domaines : Zajdenweber [2000], Barabási [2003]. Ce n'est pas tout : il est possible aujourd'hui de retrouver la forme de telles distributions au prix d'une analyse de structures complexes, par exemple dans le cas de la formation des réseaux urbains, voir Blanchard et Volchenkov [2009].

Figure 5.8 : martingalisation et incertitude séquentielle du Dow Jones au XXe s.



Courbe grise : 1930-1960 ($K^\bullet = 6{,}6$). Courbe noire : 2004-2009 ($K^\bullet = 4{,}2$).
Arrière-plan grisé : dispersion gaussienne standard $\mathcal{N}(0\,;1)$.

Il importe de noter que la moyennisation des transactions, au cours de la seconde moitié du XIXe siècle, paraît avoir accentué l'âpreté de l'incertitude boursière. Cette apparence aura incité les donneurs d'ordres à la prudence. À l'inverse, la martingalisation des transactions à la fin du XXe siècle a finalement adouci au cours des dernières années leur appréhension de l'âpreté d'une incertitude que pourtant les calculs en vigueur objectivaient (figure 5.8, ci-dessus). C'est là, sans doute, un facteur propre à entretenir une confiance collective dans la maîtrise de l'art.

Les marchés boursiers martingalisés de New York et de Paris présentent donc au cours des dernières années les mêmes symptômes. Comme toujours l'hypothèse d'une normalité laplaco-gaussienne de la distribution ergodique de l'incertitude de la rentabilité de l'indice ne peut y être retenue. Mais de surcroît, on constate une divergence entre le suivi du phénomène au moyen des techniques en vigueur et sa possible appréciation au rythme des transactions qui a tout lieu d'être plus conforme à l'intuition des traders. L'inconfort de cette tension est sans doute renforcé par un récent retournement de tendance épistémologique : c'est de nouveau en temps d'horloge – selon les critères les plus largement partagés – que l'incertitude du marché apparaît comme la plus rude. Un contexte de confiance accrue, de telles tensions entre les résultats établis et une connaissance plus intime du phénomène favorisent, on le devine, l'expression des formes d'un scepticisme cynique, les fuites en avant techniques comme la profusion des commentaires débridés des fluctuations observées.

5.4 Temporalité et prévisibilité

Il a déjà été proposé de distinguer le temps calendaire du temps des transactions, non pas du point de vue empirique comme je viens de le faire[57], mais pour des raisons mathématiques. C'est encore à Mandelbrot qu'on doit d'avoir ouvert cette brèche[58]. En fait c'est une manière de placer ou bien dans le temps calendaire t, ou bien dans la rentabilité X, une structure non gaussienne afin de préserver des propriétés de calcul mathématique commodes et pertinentes[59]. Voici comment Mandelbrot lui-même présente le principe de tels calculs.

> L'étape clé consiste à introduire une quantité auxiliaire appelée *temps des transactions*. Ce terme s'explique de lui-même et comporte deux observations. Pendant que les fluctuations de prix rapportées à des intervalles de temps d'horloge ont des distributions épaisses [des lois α-stables], les fluctuations de prix rapportées aux intervalles de temps qui séparent les transactions restent voisines de gaussiennes, souvent pendant de longues périodes séparant des discontinuités. Au rythme des variations du volume des affaires, les intervalles de temps entre des transactions successives varient grandement. Cela suggère que le temps des transactions est lié au volume[60].

À ce point indiqué par le mathématicien dès 1967, puis mûri diversement par les spécialistes avec l'essor de l'application des processus de Lévy au calcul financier, il importe d'observer que la distinction entre le temps calendaire t (ou temps de l'horloge) et ce temps des transactions, disons θ, telle qu'il est nécessaire de la construire dans ce procédé de subordination, n'est pas exactement celle que j'ai proposée entre le même temps calendaire t et le temps séquentiel empirique i, que certes j'ai moi-même interprété, par réalisme, en termes de temps des transactions (je devrais écrire : temps empirique des transactions).

Ce qui m'importe n'est pas l'arrimage d'une construction analytique à une hypothèse favorable au calcul où finalement les bruits blancs gaussiens (ou les mouvements browniens) se logent où on voudrait les attendre. C'est au contraire l'exploration empirique de la question – certes nourrie de l'état des connaissances mathématiques.

57. Dans cette voie empirique, on pourrait aller plus loin en multipliant les calculs à des niveaux de grains ou d'échelles différents, et faire varier les règles d'agrégation.

58. Mandelbrot et Taylor [1967], Mandelbrot [1997], Ané et Geman [2000]. C'est le principe de la subordination d'un temps à un autre dans le traitement des processus stochastiques, cette subordination (semblable à un changement de variable) comportant une hypothèse sur le processus stochastique qui lie les deux temps considérés. Les recherches sont en cours.

59. Le fait que les variables aléatoires indexées sur une temporalité convenablement construite aient toutes la même structure de dispersion, qu'elles soient « i.i.d. », c'est-à-dire indépendantes et identiquement distribuées, faute de quoi on ne peut disposer de propriétés favorables à la résolution des calculs.

60. "*The key step is to introduce an auxiliary quantity called* trading time. *The term is self-explanatory and embodies two observations. While price changes over fixed clock time intervals are long-tailed, price changes between successive transactions stay near-Gaussian over sometimes long period between discontinuities. Following variations in the trading volume, the time interval between successive transactions vary greatly. This suggests that trading time is related to volume*", Mandelbrot [1997], p. 39, cité dans Walter [2009].

Les différents cas qui viennent d'être passés en revue montrent que la normalité laplaco-gaussienne des distributions ergodiques n'est pas au rendez-vous, et que le lien structurel entre le temps calendaire et le temps empirique des transactions prend des formes très changeantes [61]. La voie empirique consiste à explorer dans la confrontation de l'enregistrement des opérations repérées selon leur chronologie au sens où les réseaux d'ordinateurs procurent ici un référentiel de temps général (t), et du même enregistrement, mais cette fois indexé sur l'ordre séquentiel qu'il donne aux opérations (i). Dans le premier cas, c'est un temps sur une échelle continue ; dans le second, c'est un numéro d'ordre qui se prête à toutes sortes d'agrégations.

La conclusion que tire Mandelbrot consiste à dire que la même séquence de prix indexée sur le temps de l'horloge qui paraît gouvernée par des lois α-stables apparaîtrait, une fois sur un temps lui-même construit de manière processuelle, engendrée par des lois laplaco-gaussiennes. Ce résultat mathématique important est tangible, mais son interprétation du temps θ en termes de temps propre des transactions appelle une certaine prudence, comme la variété des résultats empiriques qui vient d'être parcourue le suggère.

Mais au fond, la divergence est secondaire. Car il revient au mathématicien de développer les instruments analytiques qui peuvent rendre raison des formes empiriques, pour autant que cette question lui paraisse mériter attention. Le point important est tout l'intérêt qu'il y a à distinguer les référentiels chronologiques dans lesquels l'incertitude du phénomène est appréhendée en probabilité.

Cette distinction et les résultats qu'elle procure est à rapprocher de l'analyse que le sociologue Maurice Halbwachs (1877-1945) avait proposée de la formation du temps propre aux transactions économiques. Voici ce texte écrit il y a près de soixante-cinq ans. Halbwachs rebondit sur une observation de François Simiand à propos de l'incapacité d'un montagnard à fixer le prix d'un bol de lait qu'il procure à un voyageur de passage [62] :

> À la campagne, quand les paysans vont au marché ou à la ville à des intervalles assez longs, ils peuvent se figurer que les prix n'ont pas changé depuis le moment où ils ont été acheteurs ou vendeurs : ils vivent sur des souvenirs de prix anciens. Il n'en est plus de même dans ces milieux où les rapports entre marchands et clients sont plus fréquents [...]. C'est dans de tels cercles que la mémoire économique doit perpétuellement se renouveler et fixer à chaque moment l'état et les rapports des prix les plus récents. À plus forte raison en est-il ainsi dans les Bourses où l'on négocie les titres, dont les prix changent non seulement d'un jour à l'autre, mais, durant une même séance, d'une heure à l'autre, parce que toutes les forces qui modifient l'opinion des vendeurs et des acheteurs y font sentir immédiatement leur action et qu'il n'y a pas d'autre moyen de conjecturer ou prévoir ce que vont être les prix que de se guider sur

61. Elles sont illustrées, en annexe, par la série des figures 7.2 (p. 165), 7.5 (p. 167), 7.8 (p. 169), 7.11 (p. 171), 7.14 (p. 173), 7.17 (p. 175), et 7.20 (p. 177).

62. Cette observation s'inscrivait dans le sillage de Simiand [1932] et [2006]. Elle a été rédigée dix ans après l'intervention de Mauss commentée au chapitre 1.

> ce qu'ils ont été au moment le plus rapproché. À mesure qu'on s'éloigne de ces cercles où l'activité des échanges est le plus intense, la mémoire économique se ralentit, s'appuie sur un passé plus ancien et retarde sur le présent. Ce sont les marchands qui lui donnent un nouvel élan et l'obligent à se renouveler. Tout souvenir économique naît lors de la mise en contact d'un acheteur et d'un vendeur[63].

À l'issue de l'examen empirique auquel j'ai procédé, il est pertinent de s'interroger sur les effets globaux qui peuvent favoriser la stabilité ou l'instabilité des marchés. En effet, quand les agents s'accordent sur les mêmes procédés alors que divergent l'incertitude qu'ils apprécient au fil de l'activité effective des marchés et celle qu'ils calculent sur la base d'un temps calendaire exogène, on conçoit aisément, et cela d'autant plus quand s'ajoutent des amplifications mimétiques, qu'un accroissement global du niveau des affaires réglées sur des procédures infondées puisse conduire à des conditions de crise.

Mais sur les marchés, les enjeux et les populations concernées ne sont pas homogènes : l'horizon de temps d'un arbitragiste – inscrit dans un temps court – n'est pas celui d'un gérant de portefeuille de compagnie d'assurances – qui table sur un temps long[64]. Du point de vue sociologique, les mécanismes d'intervention sur les mêmes cours aux mêmes heures relèvent de logiques d'action et d'information tout à fait différentes. Un gérant de portefeuille, par exemple, vendra tel titre à telle heure. Ce titre sera acheté par un arbitragiste au prix demandé par ce gérant. Mais ces deux agents au moment de la transaction n'auront pas les mêmes cadres sociaux temporels, ni les mêmes horizons, ni les mêmes appareillages techniques, et par suite pas les mêmes rapports à l'incertitude. Ainsi, pour chaque transaction, dans la confrontation de ces horizons, c'est pour ainsi dire tout l'ordre du monde qui est en jeu, l'ordre symbolique des systèmes de représentations qui rendent cette transaction possible. Les tensions entre ces structures temporelles sont de même nature, mais réalisées différemment, que celles que Bourdieu observait entre le paysan algérien fait travailleur et l'entreprise ou l'État colonial dans l'Algérie de 1960[65].

La diversité des temps sociaux engagés dans les échanges de marché apparaît finalement comme un facteur de stabilité financière, l'hétérogénéité des cadres temporels engagés dans les transactions étant nécessaire, le recours au temps de l'horloge ne peut qu'introduire un fragile artefact. Si bien que je suis tenté de recommander l'emploi systématique du temps séquentiel dans les calculs de risques et de prix, procédé qu'on peut mettre en œuvre en tirant avantage de la structure elle-même séquentielle des bases de données. Certes, ce n'est pas là une solution « clés en main », mais tout au moins ces résultats conduisent-ils à mettre en garde contre la généralisation de normes de calculs fondées sur des temps calendaires et des modèles gaussiens[66].

63. Halbwachs [1997], p. 222-223 (p. 154-155 de l'éd. de 1950). Sur la conceptualisation du temps social chez Halbwachs, voir Jaisson [2008].

64. Je remercie Christian Walter pour m'avoir fourni cet exemple.

65. Sur l'élargissement de ce cadre sociologique, voir le chapitre 1 et le chapitre 6.

66. Cette réflexion sur les normes financières fera l'objet d'un livre à paraître dans la même série, en principe au cours de l'année 2009.

Chapitre 6

Élargissement de la théorie de l'action rationnelle

Quelle latitude, en termes de théorie de l'agent économique ou de théorie de l'action, la distinction entre la probabilité du phénomène et la probabilité subjective, telle que j'ai proposé de la considérer dans les premiers chapitres peut-elle offrir [1] ?

Pour sortir de l'approche objectiviste explorée au chapitre précédent et examiner les formes qu'on pourrait reconnaître dans l'expression des attentes des agents, il faut revenir au point de départ de la proposition du premier chapitre : la tension repérée par Pierre Bourdieu entre les deux dimensions subjectivistes et objectivistes de l'expérience temporelle et sa reformulation, ici même, qui vise à dégager quatre modalités de l'incertitude et à les explorer à propos de la logique des marchés [2]. L'enquête de Bourdieu sur les travailleurs algériens et sa question sur l'auto évaluation du « nécessaire pour bien vivre » lui a fait repérer le principe de conditions économiques caractéristiques d'un seuil de calculabilité au-dessous duquel le sous-prolétaire algérien d'alors ne pouvait se prêter au calcul économique.

1. Le mot de probabilité une fois lâché dans un contexte subjectiviste, on songera peut-être au *raisonnement bayésien* (Parent et Bernier [2007]). Ce n'est pas mon propos ici. En effet un tel raisonnement statistique consiste à partir d'une distribution de probabilité hypothétique pour établir, par la confrontation empirique et le calcul, une distribution de probabilité observée. Il s'agit donc, avec les techniques bayésiennes du calcul, de la probabilité du phénomène. Cette démarche est d'un très grand intérêt, mais elle n'entre pas dans le spectre qui sera discuté dans ce chapitre. Deux questions connexes pourraient être soulevées une fois l'exploration de la probabilité subjective conduite plus avant. Du point de vue de l'histoire des sciences, quels sont les rapports entre la formation historique du raisonnement bayésien et celle des raisonnements statistiques plus standards, étant entendu que les mêmes auteurs apparaissent dans les deux généalogies intellectuelles ? Du point de vue empirique, jusqu'à quel point le raisonnement bayésien pourrait-il rendre compte de la formation de ce que j'appelle ici la probabilité subjective ? Ces deux questions m'entraîneraient hors de mon propos.

2. Voir le chapitre 2.

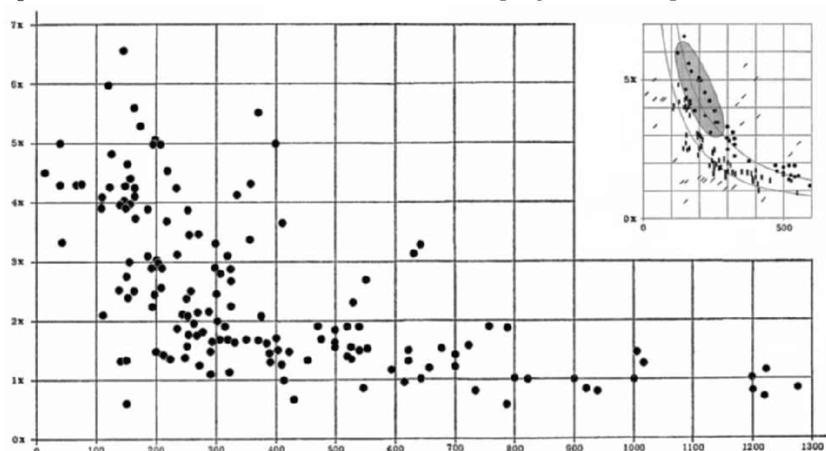
Une fois ce détour algérien accompli, il sera possible de revenir aux marchés et – peut-être à la surprise du lecteur – de confronter le sous-prolétaire algérien des années 1950 et le trader international des années 2000. Cela demandera de formuler une ébauche théorique d'un personnage particulièrement honni dans la littérature : le spéculateur. Cela conduira à repérer comment interviennent effectivement sur les marchés les divergences entre l'estime des phénomènes financiers gouvernée par le point de vue de l'agent (la probabilité subjective) et la combinaison des divers procédés d'objectivation en vigueur dans l'étude des mêmes phénomènes (leur probabilité au sens objectiviste).

6.1 Retour en Algérie vers 1960

La figure 6.1, ci-dessous, est issue de celle des p. 340-41 de *Travail et travailleurs en Algérie* (Bourdieu [1963]). Un point représente une personne interrogée, que je noterai i. Les calculs ont porté sur 155 personnes. Chacune d'entre elles est située horizontalement selon son niveau de revenu familial (je le noterai R_i), et verticalement selon le multiplicateur, m_i, entre ce revenu R_i effectivement perçu et le revenu qu'il estimerait nécessaire pour vivre convenablement (je le noterai V_i).

$$m_i = \frac{V_i}{R_i}$$

Figure 6.1 : revenu estimé nécessaire et revenu perçu dans l'enquête de Bourdieu.



Horizontalement : revenu familial R_i en NF de l'époque, de 0 à 1 300 NF.
Verticalement : facteur multiplicatif m_i entre R_i et V_i, de 0× à 10×.
En haut à droite : détail du graphique de l'édition originale [1963].

Mais le graphique principal, ci-dessus, n'est pas exactement celui publié en 1963. Je l'ai reconstitué en faisant apparaître de la même manière (au moyen de points •) chacune des personnes interrogées quelle qu'ait été sa réponse. Le petit graphique en haut à droite restitue la zone la plus significative de graphique original. On y remarque dans l'édition de 1963 quatre types de signes. Ce sont des points • pour les estimations situées par les personnes interrogées entre 401 et 600 NF (soit l'équivalent de 591 à 885 euro)[3] ; des rectangles verticaux ▮ pour les estimations données entre 601 et 1 000 NF (soit de 886 à 1 475 euro) ; des barres obliques ⁄ pour les estimations considérées comme « incohérentes », par excès ou par défaut. Une zone ovale grisée couvre un ensemble d'« estimations aberrantes ». Deux courbes apparaissent en outre, marquées **A** et **B**.

$$\mathbf{A} \text{ pour } m = \frac{500}{R} \qquad \text{et} \qquad \mathbf{B} \text{ pour } m = \frac{850}{R}$$

Cette distinction parmi les réponses provenait d'une analyse en plusieurs étapes. Des groupes parmi les 155 personnes interrogées avaient été isolés qui faisaient apparaître deux principales valeurs autour desquelles se regroupaient les revenus estimés V_i : 500 NF et 850 NF (en gros 750 euro et 1 250 euro). Ce double schéma couvrait 80 % des personnes interrogées (une trentaine de cas s'en écartaient, ce sont les estimations marquées comme incohérentes). Parmi ceux qui déclaraient les revenus familiaux les plus faibles, les revenus estimés pour bien vivre étaient le plus souvent de 3 à 6 fois plus élevés que ceux perçus. La technique statistique employée ici est assez banale dans le milieu des administrateurs de l'INSEE avec lesquels Bourdieu travaillait alors. Les pages consacrées à l'analyse mathématique du graphique relèvent de leurs compétences de calculs[4]. On l'a vu, Bourdieu lui-même n'attachait finalement pas tant d'importance à l'acharnement calculatoire dont témoignent les pages de commentaire du graphique. Il en a retenu l'essentiel :

> Interrogés sur le revenu qui leur serait nécessaire pour bien vivre, les individus aux ressources les plus faibles tendent, pour la plupart, à former des aspirations *démesurées*. [...] Tout se passe comme si la plupart des sous-prolétaires étaient incapables de *mesurer* leurs besoins, même sur le mode du calcul abstrait[5].

Les raisonnements statistiques qui gouvernent la construction et la lecture de la version originale du graphique sont très propres à ce qu'on pourrait appeler l'habitus quetelésien des statisticiens de l'INSEE de cette époque : le groupement des cas au moyen d'histogrammes qui permettent de diagnostiquer l'homogénéité d'une distribution, le recours à la boîte à outils analytique de

3. Les revenus discutés ici sont mensuels et donnés en NF, les nouveaux francs de 1960. Voici, à titre indicatif, une table de conversion en euro 2008 (source INSEE, avril 2009).

NF 1960	100	200	400	600	800	1 000	1 200
euro 2008	147	295	590	885	1 180	1 475	1 770

4. Il n'y a pas de mystère à ce sujet, les partenaires de P. Bourdieu étaient A. Darbel, J.-P. Rivet et C. Seibel. Voir la première partie de l'ouvrage publié en 1963.

5. Bourdieu [1963], p. 339 (les soulignés sont miens). Voir le chapitre 1.

l'ingénieur[6], l'emploi de la méthode d'ajustement des moindres carrés, tout cela relève de présupposés sur la nature gaussienne de la variabilité et de l'incertitude propres aux 155 cas traités. Je propose donc de considérer les mêmes éléments empiriques, mais en renonçant au savoir-faire statistique des années 1950[7].

Partons du principal graphique de la figure 6.1, p. 130. Il est clair que plus le revenu familial perçu R décroît, plus la dispersion du facteur m est grande et plus ce facteur paraît augmenter. Si, pour chaque personne interrogée i, on considère le revenu perçu R_i comme une quantité $X_i(t)$ connue par la personne interrogée au moment de l'enquête t, et le revenu estimé nécessaire $V_i(t)$ comme l'espérance au temps t d'un revenu possible dans un futur prochain $X_i(t+1)$, ce multiplicateur m_i représenté sur la verticale du graphique vérifie cette formule (où, pour mémoire, je note conventionnellement Q_i^t la probabilisation hypothétique qui vise à rendre compte du point de vue subjectif i au moment t) :

$$\mathbf{E}_{Q_i^t}\,[\ X_i(t+1)\ ] \ = \ m_i(t) \ \ X_i(t)$$

Considérer que, pour chaque personne interrogée, les réponses à l'enquête témoignent d'un rapport durable, mais saisi de manière probable entre le revenu perçu et le revenu estimé, c'est supposer que le coefficient m_i serait constant, ou tout au moins suffisamment constant et que la probabilisation Q ne dépendrait pas du temps. Dans ce cas, l'équation précédente mérite l'attention, car elle présente la forme caractéristique de l'espérance d'une distribution parétienne (de paramètre α lié à m) de revenus supérieurs au revenu considéré[8] :

$$\mathbf{E}_{\{\,x\,>\,X\,\}}(x) = m\ X \quad \text{avec} \quad m = \frac{\alpha}{\alpha - 1} \quad \text{ou} \quad \alpha = \frac{m}{m-1}$$

Sur la figure 6.1 presque tous les points correspondent à des valeurs de m_i comprises entre 1 et 6 sauf une dizaine[9]. Pour les personnes interrogées dont les revenus perçus sont supérieurs à 700 NF (soit environ 1 000 euro), ce multiplicateur demeure à peu de chose près entre 1 et 2. Dans ce cas, α_i est supérieur à 2. De telles distributions parétiennes ont la propriété de se prêter au calcul formel de leur espérance et à celui de leur variance (ou de leur écart type).

6. Il est particulièrement manifeste dans la prédilection accordée au calcul fonctionnel le plus classique qui explique le recours à des équations d'hyperbole $y = \frac{m}{x}$.

7. En livrant cette critique réflexive différée de la formation du raisonnement sociologique, je voudrais aussi suggérer au lecteur peu familier avec les vertus de la réflexivité toute la fécondité d'une telle démarche. N'est-ce pas, au fond, la véritable raison pour laquelle on gagne à approfondir les travaux des auteurs de référence ?

8. Il s'agit d'une moyenne conditionnelle. Voir Barbut [2007], p. 111-112, qui commente l'interprétation de telles distributions sur une échelle de revenus.

9. Ils se situent à un niveau pour m_i inférieur à 1. Cela correspond à une valeur de α_i négative. Ce cas est formellement possible, mais je ne l'interpréterai pas dans la mesure où ce serait sans doute trop en demander au document initial.

Mais pour les cas sur lesquels Bourdieu a élaboré sa construction théorique des deux dimensions de l'expérience temporelle, ceux de la zone ovale grisée sur le graphique dans l'édition de 1963 (voir le détail reproduit en haut à droite de la figure 6.1), les valeurs de m_i sont plus grandes que 2. Alors α_i est lui-même plus petit que 2, mais plus grand que 1. Cette fois, les distributions parétiennes concernées ont la particularité de se prêter au calcul de la moyenne, mais pas à celui de la variance[10]. Tout se passe comme si, parmi les travailleurs aux revenus les plus faibles, une part importante d'entre eux avaient donné chacun pour estimation du revenu qui lui conviendrait l'espérance des revenus supérieurs au sien appréhendé par le biais d'une distribution parétienne, et donc très inégalitaire, cette inégalité étant diversement appréciée par les uns et par les autres. À ce titre, on peut dire que leur réponse procède d'une probabilité subjective dont la forme est analysable au moyen d'une distribution parétienne seulement une fois intégrable, chose que Bourdieu exprimait en soulignant le caractère démesuré de ces réponses.

Si bien qu'en s'en tenant à ces trois hypothèses : (1) les deux informations enregistrées au cours de l'enquête disent quelque chose des dispositions durables des personnes interrogées ; (2) les réponses à propos de l'estimation du revenu nécessaire sont l'expression d'une attente liée à l'état connu des revenus perçus ; (3) le lien entre cet état et cette attente serait celui d'une incertitude parétienne ; on peut conclure que les personnes interrogées se répartissent en deux groupes. Les uns répondent comme si le rapport entre leur revenu et leur attente était gouverné par une loi de probabilité qui offre la possibilité d'établir la régularité de tendances centrales et celle des écarts à ces tendances (ce sont les cas où m est plus grand que 2 et α plus petit que 2). Pour les autres, c'est une autre structure probabiliste qui peut rendre raison de leur réponse caractérisée cette fois par la possibilité de calculer des tendances, mais non pas les écarts à la tendance (c'est cette fois ceux où m est plus petit que 2 – mais plus grand que 1 – et α compris entre 1 et 2).

Or dans ce second groupe se trouvent les personnes au plus bas revenus familiaux, qui « form[ent] des aspirations démesurées » et pour lesquels « tout se passe comme [s'ils] étaient incapables de *mesurer* ». Ainsi, bien qu'équipé d'une boîte à outils peu appropriée, Bourdieu et ses collègues statisticiens ont-ils su distinguer deux régimes de probabilités subjectives radicalement différents. Ils ont ainsi mis en évidence qu'il fallait disposer de conditions économiques suffisamment favorables pour jouer le jeu économique qui consiste à prévoir les variations de manière mesurée. Cette conclusion porte sur la calculabilité des attentes. Bourdieu lui-même l'a réinterprétée plusieurs fois, sauvant chaque fois l'essentiel, c'est-à-dire la démesure des attentes des plus humbles et la mise en évidence des conditions économiques du calcul économique régulier.

C'est par conjecture que j'ai proposé au premier chapitre de distinguer d'une part les dimensions subjectives et objectives de l'expérience temporelle et d'autre part les modalités de la consolidation de l'incertitude intrinsèque

10. Elles ne sont intégrables qu'une seule fois, voir le chapitre 4. Je vais y revenir plus loin.

des phénomènes d'un côté et de l'autre. Il s'agit bien d'un élargissement du cadre sociologique élaboré et réélaboré par Bourdieu au fil de son œuvre dans la mesure où, on vient de le voir, il rend raison de l'expérience cruciale que le sociologue a longuement méditée pour autant qu'on recherche dans le recours aux mathématiques non un artifice technique de réduction, mais l'instrument propre à faire discerner les conditions formelles de la calculabilité.

Par suite, on peut établir que les réponses des travailleurs algériens étudiés quant à leurs niveaux de revenus perçus et espérés pour de meilleures conditions sont liées par une relation qui relève du calcul des probabilités, si ce n'est que tout se passe comme si les conditions économiques qui caractérisent les agents gouvernaient non pas le niveau de leurs espérances exprimées, mais la possibilité de tenir les hauts et les bas de ces attentes comme suffisamment réguliers, et par suite d'avancer une réponse conforme à ce qu'aurait attendu un calculateur habitué à raisonner en moyenne et en variance. Cette conclusion procurera peut-être un moyen d'en finir avec la part d'idéalisation de l'opposition entre pratique et calcul que paraissait avoir préservé la formulation initiale de la question.

Quoi qu'il en soit, elle conduit à relire l'analyse de Bourdieu en soulignant encore un peu plus qu'on ne le fait généralement son historicisme économique : une grande part des travailleurs algériens les plus pauvres qu'il a étudiés n'avaient pas les moyens économiques de se prêter au calcul économique, c'est entendu. Mais ce calcul ne doit pas être envisagé comme un idéal objectiviste à vocation universelle. Il s'agissait strictement d'une occurrence datée de l'appréhension de l'incertitude économique propre à une période alors gouvernée par le paradigme gaussien. La vérité que portaient ces travailleurs parmi les plus démunis n'était pas celle de l'arbitraire *du* calcul (au sens *de tout calcul*), mais celle de l'arbitraire *de ce* calcul, de cette normalité sans rapport avec leur condition ni sans adéquation avec les phénomènes qu'elle prétendait régler.

6.2 Pour en savoir plus sur le spéculateur

Il est donc possible de considérer que les sous-prolétaires algériens vers 1960, s'ils manifestaient des attentes qui apparaissent démesurées une fois comparées à celles d'autres travailleurs qui disposaient du minimum économique sans lequel il leur aurait été vain de se prêter au jeu économique, n'en donnaient pas moins à ces attentes une expression conforme à un calcul abstrait dont le propre est de marquer la possibilité ou non du calcul d'indicateurs de variabilité.

Peut-on raisonner de la même manière, c'est-à-dire en explorant les formes mathématiques des attentes des agents et par suite la calculabilité de leur probabilité subjective, à propos des spéculateurs ? La question peut paraître saugrenue tant le sous-prolétaire en pays colonisé et le trader d'une place mondiale s'opposent à maints égards.

Pourtant nous arrivions il y a deux ans à conclure que les conceptions de la valeur fondamentale en finance contemporaine assignaient elles aussi deux rôles distincts aux agents « les uns sérieux, les autres pas ». Allez savoir [11].

Il faut d'abord revenir à formule 3.3, p. 66, fondement de l'évaluation sur le principe du rabat leibnizien [12], cela en notant P_t le prix calculé sur les flux futurs à la date t et D_t le dividende à la même date. Je m'en tiens à un taux d'actualisation x exogène et constant pour envisager un terme n dans le futur de t.

$$P_t = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{D_{t+k}}{(1+x)^k} = \sum_{k=1}^{n} \frac{D_{t+k}}{(1+x)^k} + \sum_{k=n+1}^{n} \frac{D_{t+k}}{(1+x)^k}$$

Soit :

$$P_t = \sum_{k=1}^{n} \frac{D_{t+k}}{(1+x)^k} + \frac{P_{t+n}}{(1+x)^n}$$

D'un point de vue stochastique, on ne saisit P_t et D_t que par leurs espérances $\mathbf{E}_{Q^t}(P_t)$, l'espérance du prix à la date t, et $\mathbf{E}_{Q^t}(D_t)$, l'espérance du dividende à la même date. Ces espérances ne sont pas ici considérées conditionnellement aux états antérieurs. Les notations s'en tiennent à un calcul au temps t, sans considération à l'égard du passé, en d'autres termes d'un espace de probabilité $(\Omega^t, \mathcal{A}^t, Q^t)$ – ici abrégé par l'indication de Q^t – et non pas d'un espace filtré $(\Omega, \mathcal{A}, \mathcal{F}_t, Q)$. Une position du problème si générale est mathématiquement inextricable, de là l'intérêt mathématique des propriétés de martingales. Je vais me contenter d'une simplification plus grande encore dans la mesure où d'une part le calcul ne pourrait être conduit à terme sans avoir à opérer tôt ou tard quelques simplifications et où d'autre part je recherche l'esquisse d'une forme de probabilité, non la panoplie de toutes ses formes possibles. Je considère donc maintenant une probabilisation Q suffisamment indifférente au temps t où le calcul est effectué. La formule précédente devient alors :

$$\mathbf{E}_Q(P_t) = \sum_{k=1}^{n} \frac{\mathbf{E}_Q(D_{t+k})}{(1+x)^k} + \frac{\mathbf{E}_Q(P_{t+n})}{(1+x)^n}$$

Le second élément de cette expression est l'espérance actualisée du prix au terme n, c'est-à-dire le prix de sortie noté ici T_n.

11. Les sections 6.2 et 6.4, ci-après, partent des derniers chapitres de Walter et Brian [2007a]. La typologie des agents sur les marchés financiers « sérieux ou pas » est due à Walter (p. 166-175). Quant au calcul, il est parti du souci de Walter de donner un contre-exemple parétien au calcul gaussien de la valeur fondamentale en finance contemporaine (p. 155-156 et p. 160-163). Je l'ai prolongé par une conjecture sur la relation entre le taux d'actualisation et le coefficient α (p. 157-158). Nous avons commenté ces résultats formels dans un dialogue d'écriture (p. 158-159 et p. 175-180). L'arrière-plan épistémologique et sociologique qui fait l'objet du présent livre était absent (à peine évoqué p. 180-182). Maintenant que ce cadre est posé, j'y reviens au moins pour dissiper les ambiguïtés du premier jet, sans doute dues à l'enthousiasme que ne pouvait manquer de susciter les premiers éléments dégagés.

12. Voir à ce sujet le chapitre 3. Voir aussi Walter et Brian [2007c], p. 153-157.

$$T_n \quad = \quad \frac{\mathbf{E}_Q(P_{t+n})}{(1+x)^n} \quad = \quad \frac{1}{(1+x)^n} \quad \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\mathbf{E}_Q(D_{t+n+k})}{(1+x)^k} \tag{6.1}$$

Quelle est la tendance de T_n si n croît indéfiniment ? On l'a vu aux chapitres précédents, la question se pose à propos du phénomène financier lui-même, notamment dans les travaux sur les bulles rationnelles où l'on s'interroge sur le réalisme de la condition de transversalité qui voudrait que T_n tende vers 0 quand n tend vers l'infini[13]. La cohérence du concept de valeur fondamentale, en effet, impose que cette condition serait remplie[14].

Qu'en est-il du point de vue de l'agent[15] ? « À long terme, nous sommes tous morts », se plaisait à dire Keynes qui évoquait par ce raccourci ce qui deviendra un *leitmotiv* de sa *Théorie économique* : la portée des anticipations des agents est limitée[16]. Par suite, le raisonnement en probabilité subjective ne vaut que borné. Je note cette borne N et le cours à terme T_N.

On dispose ainsi d'un premier principe de la probabilité subjective en finance qu'on peut associer au nom de Keynes : *l'agent serait déraisonnable s'il méconnaissait sa finitude*, et dès lors le prix de sortie actualisé T_N est borné ($T_N < \infty$).

Par définition, j'appelerai *spéculateur* un agent qui attend un prix de sortie non nul ($T_N \neq 0$). C'est un idéal-type, bien sûr. Il permet de poser que si aucun agent ne norme sa conduite sur celle d'un tel spéculateur, alors chacun d'eux contribuera individuellement à ce que le marché soit conforme à la condition de transversalité : c'est un marché fait d'agents normés. Autant un calculateur pourrait se satisfaire d'un tel constat, autant un sociologue s'interrogera ici sur les modalités de l'ajustement à la norme antispéculative, par exemple à la prudence, à l'apprentissage du métier de la finance, au respect de règles de gestion explicites ou à la mobilisation de procédés de calcul synthétisés au moyen d'artifices technologiques parfois sophistiqués. Bref à toutes les conditions techniques, historiques ou sociales qui forment l'agent schématisé au chapitre 2[17].

$\alpha =$ 👓 ✒ ☟ 💻

13. This Saint-Jean [2007].
14. La Chapelle [2007].
15. L'esquisse d'une théorie du spéculateur présentée dans les pages qui suivent n'est pas dans Walter et Brian [2007a], où ne figure qu'une première ébauche de ce qui plus loin sera le cas de la Laitière.
16. Certes on a critiqué cette formule comme si elle portait sur le phénomène lui-même, mais c'était à notre sens un malentendu.
17. C'est ici qu'interviennent pertinemment de nombreux travaux sociologiques récents déjà cités ou encore les recherches ethnologiques et historiques dont le périmètre est tracé dans Coquery, Menant et Weber [2006].

Si maintenant il existe des spéculateurs au sens qui vient d'être posé, agissant à tort et à travers, mais de telle sorte que leurs attentes contradictoires se compensent, le marché aura encore la même forme. Ce ne sera pas *du seul fait* des comportements individuels des agents, mais *aussi* selon la manière dont ces compensations opéreront. Une enquête sur les institutions et les conventions s'impose ici [18]. On songe par exemple à la Bourse de Paris, walrassienne, où la cotation procédait d'opérations de moyennisation conçues explicitement sur le principe d'un équilibre queteléslen d'écarts symétriques autour d'une valeur centrale [19]. Si Walras fut quetelésien – c'était le propre de sa formation en son temps – ce principe de compensation opère de manière acceptable pour toute distribution qui serait symétrique et décroissante autour d'une valeur centrale. C'est le cas bien sûr pour la distribution de Laplace-Gauss, mais c'est aussi le cas pour une loi de puissance dont les queues de distribution sont plus épaisses (*fat tails* ou *heavy tails*), et pour la distribution leptokurtique repérée à la Bourse de Paris au XIXᵉ siècle au chapitre précédent.

Une expression ancienne disait de manière pré-quetelésienne ce que Walras a institutionnalisé de manière quetelésienne : « Le fort portant le faible. » En d'autres termes, Walras paraît avoir conçu une institution assez convenablement régulatrice en son temps, mais selon un principe infondé du point de vue de l'analyse stochastique. Une autre expression pré-quetelésienne mérite l'attention : « Tantôt plus, tantôt moins, » si ce n'est qu'elle ne présuppose pas un équilibre, mais seulement la succession de hauts et de bas. Elle apparaît, on s'en souvient, dans la fable de La Fontaine, *Le Savetier et le Financier*, prêtée au premier, je vais y revenir [20].

Troisième cas de figure, les spéculations ne se compensent pas et elles produisent une même tendance qui ruine la condition de transversalité. Voici de nouveau un chantier pour conjuguer les recherches en finance, en économie et en sciences sociales. La définition du spéculateur que je propose permet, on le voit, de retrouver les trois régimes de marchés boursiers repérés au chapitre 4 partant de la critique du concept de valeur fondamentale. Ils correspondent à des analyses sociologiques différentes : dans le premier cas c'est, comme on le voudra, la formation sociale de l'action individuelle ou bien la logique de cette action du point de vue individualiste ; dans le deuxième, la question relève de l'analyse à la manière durkheimienne du groupe social des agents sur les marchés financiers ; dans le troisième, l'objet est la plus ou moins grande autonomie de la valeur financière par rapport aux activités économiques.

En d'autres termes, les trois idéaux-types des rapports entre économie et finance dégagés au chapitre 4 correspondent à des théorisations sociologiques souvent considérées comme antagonistes, alors même que les rapports effectifs

18. L'histoire économique traite aujourd'hui ces questions pour les marchés les plus divers. Pour un récent état des lieux, voir Margairaz et Minard [2006]. Sur le plan sociologique, on renouerait ici avec un cadre durkheimien.

19. Gallais-Hamono et Hautcœur [2007], Hautcœur [2008], Arbulu [2008].

20. Voir à ce sujet Perrot [1992], Brian [1991] et Walter et Brian [2007c].

entre les activités économiques et les activités financières peuvent évoluer entre ces trois modèles. Faut-il s'en étonner ? Non, la théorie durkheimienne fut le produit de son époque, marqué au sceau quetelésien[21].

Je reviens à la théorie du spéculateur. Le point de vue normatif consisterait à considérer que la morphologie du marché informé devrait imposer que le spéculateur ajustât son prix de sortie sur zéro, bien que son horizon limité l'en empêche. Orthodoxe, ignorant, enthousiaste, hétérodoxe, peu importe : l'horizon du spéculateur est nécessairement limité. Armé de calculs, il peut rêver de s'affranchir de cette nécessité. Mais s'il tient pour acquis le point ultime de l'asymptote, il confond l'idéal et l'action – même s'il est effectif que *dans une certaine mesure* cet idéal tient lieu de régulateur des actions. C'est dans l'écart entre l'action normée par le modèle du marché informé et l'horizon limité de l'agent que le spéculateur trouve l'espoir d'une petite marge... où l'occasion d'un coup de folie.

À titre d'exemple, j'appelle *spéculateur constant* un agent caractérisé par le fait qu'il attende à chaque échéance un dividende constant établi à la date initiale t. Il s'agit toujours de l'espérance mathématique attribuée par hypothèse à l'agent, non de la forme du phénomène telle qu'une analyse objectiviste la mettrait en évidence.

$$\mathbf{E}_Q(D_{t+N+k}) \;=\; D_t.$$

Par suite :

$$T_N \;=\; \frac{1}{(1+x)^N} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{D_t}{(1+x)^k} \;=\; \frac{D_t}{(1+x)^N} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{(1+x)^k}$$

C'est une série géométrique. Sa limite dépend de la valeur de $1/(1+x)$ comparée à 1. Si x est négatif ou nul, T_N est infini. Ce serait spéculer sur un avenir de déflation ou d'inflation nulle perpétuelles et attendre un prix de sortie aussi grand qu'on voudrait avec le temps. D'après le premier principe énoncé plus haut (le principe de finitude à la Keynes), la chose est déraisonnable.

Si maintenant le taux d'actualisation x est positif, c'est-à-dire si le calcul est possible, on obtient cette caractéristique du *spéculateur constant* :

$$T_N \;=\; \frac{D_t}{x\,(1+x)^{N-1}} \qquad (6.2)$$

Jadis, bien avant qu'on ait à l'esprit un taux d'inflation, avant même que sa crainte ne soit formée pendant la Révolution française, on tenait un dividende d'un vingtième du capital pour un revenu acceptable ($T_N/D_t = 20$ ou $D_t/T_N = 5\,\%$). Turgot et ses contemporains comparaient ce niveau au rendement de l'investissement agricole. De la fin du XVIIe et jusqu'au début du XXe siècle, c'est autour de 5 % qu'ont tourné les taux publics de crédit[22]. Quant

21. Chamboredon [1984], Brian et Jaisson [2007b].
22. Hoffman, Postel-Vinay et Rosenthal [2001].

au vingtième lui-même, c'est toujours aujourd'hui le multiplicateur qu'on emploie à l'estime pour extrapoler le montant annuel d'un loyer selon la valeur d'un appartement : en quelque sorte une vieille régularité de l'appréhension subjective du phénomène économique entrée à la longue dans les mœurs. Le capital doit revenir en vingt ans : telle est l'idée qui gouverne cet *à-peu-près* pour l'agent.

Le phénomène financier lui-même peut-il mettre à mal une telle constance dans l'attente ? La formule 6.2, ci-contre, met en évidence un niveau d'inflation pour lequel le rendement attendu ($r = D_t/T_n$) et le coefficient d'actualisation (x) se compensent. Dans le cas du vingtième ($N = 20$ et $r = 5\,\%$), ce niveau d'inflation x se situe à près de 2,9 %. Pour un rendement subjectif de 5 % et au-dessous d'un niveau d'inflation de 2,9 %, ce marché « sans prix » offre au terme d'une vingtaine d'années un gain spéculatif positif en plus de la préservation du bien considéré[23]. Dans ce cas, une chose mérite d'être soulignée : l'agent n'a pas à admettre la pérennité de son bien pour espérer s'y retrouver.

Mais si l'inflation est plus élevée que 2,9 %, alors les spéculateurs constants *éprouveront* une perte spéculative, et le patrimoine – quand bien même le bien demeurerait intact – sera en péril (voir la figure 6.2, p. 140)[24].

Celui qui aujourd'hui même, sans entrer dans les arcanes de la théorie financière ni dans les finesses commerciales où excelle le service bancaire aux particuliers, envisage de placer une somme en espérant s'y retrouver à un terme donné, cela pour un dividende régulier malgré une inflation persistante, raisonne *à peu près* de la sorte. On imagine qu'un expert s'indignerait de devoir se contenter d'une péréquation si banale, si grossière. Je constate qu'elle n'est pas aberrante[25]. Hier comme aujourd'hui, elle est conforme aux approches profanes les plus courantes de l'investissement financier.

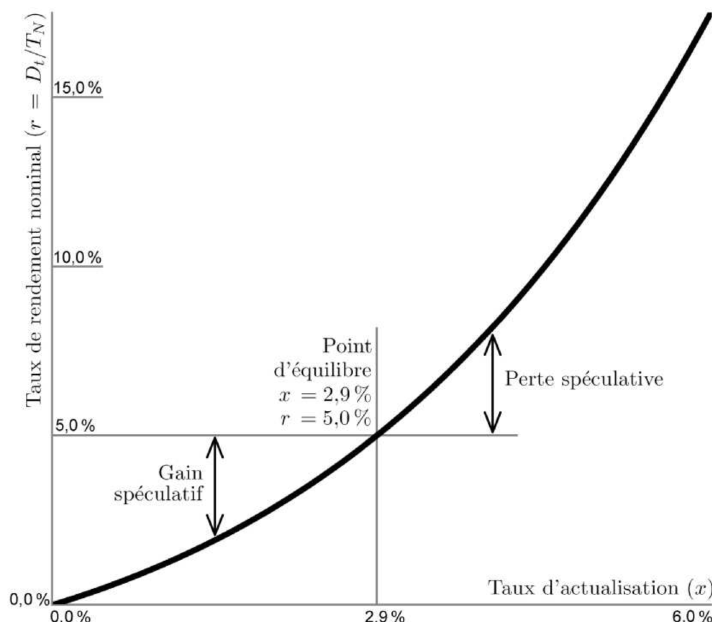
On l'aura sans doute déjà perçu, toute l'affaire repose sur la différence entre un raisonnement selon un intérêt subjectif simple à terme – celui de l'agent spéculatif constant considéré du point de vue subjectif – et un autre selon un intérêt composé et propre au phénomène – cette fois fondé sur l'objectivation de l'inflation. On ne peut se contenter de renvoyer les investisseurs d'antan à une faiblesse de raisonnement. En effet, les procédés de calculs composés et l'analyse de conditions d'équilibre ne sont attestés qu'au cours d'une période très récente de l'histoire de l'humanité – considérée de la manière la plus généreuse, les tout derniers siècles, une durée somme toute assez négligeable comparée à celle de l'expérience humaine. Il est donc vain de bannir de la réflexion sur la rationalité

23. Par l'expression « marchés sans prix », Hoffman, Postel-Vinay et Rosenthal qualifient le marché du crédit à Paris de la fin du XVIIIe au milieu du XIXe siècle. Je parle donc ici du contexte inflationniste exogène d'un marché où les biens sont acquis à des tarifs proportionnels et non pas à des prix walrassiens.

24. Pour approfondir ce type d'analyse, rien n'interdit de modéliser un tel marché en paramétrant le multiplicateur T_N/D_t ou en lui donnant une valeur variable selon les agents, chose qui reviendrait à le probabiliser cette fois sur l'espace des agents.

25. L'une des grandes forces du raisonnement probabiliste est qu'il peut rendre raison de certains aspects des à-peu-près à l'encontre desquels s'épuisent les conceptions étroitement mécaniques des calculs. Voir à ce sujet Guilbaud [1985] et [Guilbaud] [1988].

Figure 6.2 : spéculateur constant et inflation.



économique les conduites anciennes qui n'entreraient pas dans des cadres si récents. Qui plus est, ces raisonnements au jugé demeurent aujourd'hui présents dès que l'on sort des cercles des spécialistes les plus sophistiqués. De fait ils sont déterminants du point de vue commercial : aussi élaborée une technique d'aide à la décision soit-elle, le décideur en effet tranchera en fin de compte au jugé [26].

C'est seulement à la fin du XVIIe siècle et au cours du XVIIIe siècle que l'on a distingué ce qui relèverait d'une part de l'espérance de l'agent (ici T_N/D_t) et d'autre part de l'actualisation au fil du temps (ici x). On sait que l'attention des financiers et des savants s'est portée sur ces questions alors que les États en Europe avaient massivement recours au crédit public et aux systèmes de rentes [27]. On peut conjecturer, dans le cadre d'analyse que je propose, que les expériences inflationnistes, parfois rudes, qui se sont répétées pendant le XVIIIe et le début du XIXe siècle n'ont pu qu'exacerber la tension entre la probabilité des phénomènes financiers – caractérisée par l'inflation x – et la probabilité subjective des investisseurs – quant à elle gouvernée par l'idéal-type du spéculateur constant attaché à gagner r.

26. Ce dernier principe est connu dans les sciences cognitives. Voir Cicourel [1985].

27. L'historien des mathématiques Montucla en faisait déjà le constat dès la fin du XVIIIe siècle, voir Brian [1994].

Leibniz, raisonnant sur les rentes, disposait d'un cadre juridique bien réglé : celui des contrats de rentes où les annuités et les durées étaient précisément définies. Il lui a été possible de saisir comment intervenait le *rabat de rabat* et l'actualisation des produits futurs de la rente. Tout au long du XVIIIe siècle les économistes et les arithméticiens politiques ont tourné autour de cette question. En témoigne Condorcet qui, un siècle plus tard, envisageait la théorie de l'intérêt monétaire comme l'une des applications du calcul des probabilités qu'il concevait [28].

6.3 Perrette parétienne

Les études ethnologiques sont nourries de proverbes et d'adages qui offrent des expressions particulièrement stylisées des systèmes de représentations étudiés, y compris les comptes rendus des enquêtes algériennes de Bourdieu. Dans un mouvement comparable, il est justifié d'aller scruter des fables collationnées en Europe antérieurement à l'élaboration des calculs depuis le début du XVIIIe siècle afin d'y chercher une palette d'expression de formes idéales-typiques de la probabilité subjective des spéculatifs qui n'aient pas été pour ainsi dire contaminées par la légitimité des schémas de raisonnement fondés sur le calcul contemporain de la probabilité des phénomènes [29]. Le corpus des fables de Jean de La Fontaine (1621-1695), contemporain de Pascal particulièrement apprécié par les financiers au siècle suivant en est un exemple [30].

Voici en premier lieu une spéculation très ancienne dont la recension est attribuée à Ésope (VIIe-VIe s. av. J.-C.) :

> Un pêcheur jeta sa ligne dans une rivière et y prit un petit poisson. Celui-ci lui représenta sa petitesse, et le pria de le lâcher, sur le serment qu'il lui faisait de revenir plus gros, quelques semaines après, mordre son hameçon. C'était chose qui devait, disait-il, lui tourner à profit, puisqu'il

28. Je pousse plus loin l'argument : dire que la banqueroute de Law, les assignats ou la crise de 1929 seraient la cause de mutations de la pensée économique, ce n'est rien dire sinon gloser une conjonction de dates. Mais dire que dans telles innovations conceptuelles se résout une tension entre d'une part tels cadres prédominants de l'appréhension subjective des phénomènes économiques et d'autre part tels éléments de la morphologie de ces phénomènes propres à ces conjonctures, voilà qui est plus rigoureux. C'est une voie de plus vers un nouvel historicisme.

29. Elster [1987] et [2003] a montré la fécondité de l'analyse des dictons et des proverbes pour l'exploration des limites de la rationalité. L'élargissement que nous proposons dans ce chapitre prend de même au sérieux de telles formules proverbiales ici analysées au moyen des concepts mathématiques discutés dans les chapitres précédents.

30. Cette attention aux personnages du fabuliste a été entretenue au cours de discussions avec J.-C. Perrot. Il faudrait aussi mentionner les échanges sur le raisonnement probabiliste encouragés par E. Coumet et M. Barbut pendant leur séminaire à l'EHESS. *Les Fables choisies* sont d'abord parues en 1668. Je m'appuierai sur l'édition de référence de 1802. Il faut sans doute préciser que ce sont non pas les fables, mais les contes de La Fontaine qui furent publiés en 1762 aux frais des fermiers généraux. Sur l'importance des moralistes dans l'histoire de la formation de la théorie sociale, voir Heibron [1990].

> y pourrait trouver de quoi faire un meilleur repas. Je ne sais pas, lui répondit l'autre, si tu serais assez sot pour me tenir parole ; mais je sais bien, moi, que je ne le suis pas assez pour m'y fier, et pour lâcher ce que je tiens pour ce que je dois tenir[31]. (*Le Pêcheur et le petit Poisson.*)

Les variantes et les morales tirées par les transmetteurs des fables d'Ésope abondent – non sans anachronismes. Dans cette version-ci, minimale, la chose tenue n'est simplement pas comparable au même pourtant promis à un avenir favorable mais incertain. Sans entrer dans une analyse de la structure dialogique de la fable, je me contente de constater que le Pêcheur d'Ésope ne peut établir une mesure de l'espérance de ce qu'il a tel que ce serait plus tard (« Je ne sais pas ... mais je sais bien, moi... »). La Fontaine a tiré une célèbre morale de la fable qu'il a brodée sur cette très ancienne histoire : « Un Tien vaut, ce dit-on, mieux que deux Tu l'auras : L'un est sûr, l'autre ne l'est pas[32]. » Il a extrapolé comparant le Tien et les deux Tu l'auras, présupposant entre eux une commune mesure. Ésope ne paraît pas en avoir tant demandé.

Le Savetier et le Financier touche la question de la manière de calculer[33]. « Que gagnez-vous par an ? » demande le manieur d'argent à l'artisan qui lui répond : « ce n'est point ma manière de compter de la sorte ; et je n'entasse guère un jour sur l'autre : il suffit qu'à la fin j'attrape le bout de l'année[34]. » Le Savetier, contrairement au Pêcheur d'Ésope considère « à la fin » ses gains commensurables les uns aux autres. Il ne s'attend pas à un revenu régulier, mais seulement à ce qu'au bilan le compte y soit. Le Financier le presse : par année ? par journée ? Le Savetier s'en tient à un niveau général faute de pouvoir en dire plus sur les variations de ses revenus.

On connaît la suite : pour avoir la paix et en finir avec l'insouciance de l'artisan à l'humeur chantante, le manieur d'argent lui confie cent écus. L'autre en perd le sommeil, la bonne humeur et le chant. « Il eut pour hôtes les soucis, les soupçons, les alarmes vaines. ». Dépassé par la somme, il ne peut l'envisager sans craindre une variabilité insaisissable. Son bienfaiteur si prompt à rire « de sa naïveté » n'est pas si anxieux. Il est rompu aux variations des finances aussi importantes les sommes en jeu soient-elles.

Le Pêcheur ne peut envisager l'espérance d'un gain. Le Savetier, au contraire, tient son espérance, mais ne sait que faire des variations. Le Financier, lui, maîtrise à la fois le niveau et les variations. Aucun d'entre eux n'est naïf, n'en déplaise au troisième : chacun a le calcul de sa condition. Ils mettent en œuvre chaque fois une forme de probabilité subjective différente qu'il est très simple de préciser du point de vue mathématique.

Dans le système de représentation probabiliste du Financier (en d'autres termes du point de vue de sa probabilité subjective), le niveau central et la variabilité sont mesurables. La somme de ses biens, ou encore son revenu, sont susceptibles d'une valeur centrale et les écarts moyens de cette somme ou de

31. [Ésope] [1709], fable CI, p. 211-212.
32. La Fontaine [1802] : *Le Petit Poisson et le Pêcheur*, t. 1, liv. V, fable 3.
33. J'ai déjà commenté cette fable dans Brian [1990]. Voir aussi Walter et Brian [2007c].
34. La Fontaine [1802] : *Le Savetier et le Financier*, t. 2, liv. VIII, fable 2.

Tableau 6.1 : trois probabilités subjectives fabuleuses.

Personnage	Caractéristique	Moments	Hypothèse mathématique
Le Pêcheur	Cas par cas	Aucun	$X \in \mathcal{L}^0(\Omega, \mathcal{A}, Q)$
Le Savetier	Niveau sans variabilité	Moyenne sans variance	$X \in \mathcal{L}^1(\Omega, \mathcal{A}, Q)$
Le Financier	Niveau et variabilité	Moyenne et variance	$X \in \mathcal{L}^2(\Omega, \mathcal{A}, Q)$

ce revenu par rapport à leurs valeurs centrales respectives sont calculables. Le Financier présuppose quelque chose comme une moyenne et une variance.

Les variables aléatoires qui correspondent aux présupposés probabilistes du Savetier, quant à elles, possèdent une valeur centrale sur laquelle il peut compter. Elles n'offrent toutefois pas de prise à un calcul de variance. Les écarts à la valeur centrale n'ont pas la régularité qui convient. Enfin, chez le Pêcheur, le jour à jour coïncide avec un cadre probabiliste où les variables aléatoires ne présentent ni valeur centrale calculable ni *a fortiori* variabilité concevable[35].

Le tableau 6.1, ci-dessus, récapitule les cadres mathématiques des probabilités subjectives que chacun de ces personnages présente de manière stylisée. Il faut prendre acte de ce que ces trois personnages hantent la littérature depuis plus de deux mille cinq cents ans pour le premier qui est demeuré à travers les âges un modèle de prudence, et depuis plus de trois siècles pour les deux autres qui offrent les images typiques de l'insouciance et de l'esprit de calcul. C'est dire que chacun peut sympathiser avec l'un ou l'autre d'entre eux, voire – selon qu'il se sentira en terrain familier ou non – passer d'une posture à une autre.

Les hypothèses probabilistes au moyen desquelles il est possible de formuler une théorie de la probabilité subjective sont donc très ouvertes du point de vue mathématique, en tous cas plus ouvertes que celles admises sans examen critique dans la plupart des calculs économiques. Il n'y a donc aucune raison de s'enfermer ici dans des hypothèses restrictives qui imposeraient que les agents appréhendent les phénomènes selon la mesure de leur niveau et leur aversion au risque, double paramètrage qui – on l'a vu – présuppose que les variables aléatoires considérées soient toutes deux fois intégrables ($X \in \mathcal{L}^2(\Omega, \mathcal{A}, Q)$), et donc dans le domaine d'attraction de la loi de Laplace-Gauss. Qui plus est, comme la condescendance du Financier à l'égard du Savetier le suggère, ce sont bien des rapports sociaux qui gouvernent les antagonismes entre leurs deux systèmes de représentations.

(*suite p. 145*)

35. Sur la classification des variables aléatoires selon le calcul des moments d'ordre 1 et 2, voir Lévy [1924] et Barbut [2007].

La Laitière et le Pot au lait[1]

Perrette, sur sa tête ayant un pot au lait
Bien posé sur un coussinet,
Prétendait arriver sans encombre à la ville.
Légère et court vêtue, elle allait à grands pas,
Ayant mis ce jour-là, pour être plus agile,
Cotillon simple, et souliers plats.
Notre laitière ainsi troussée
Comptait déjà dans sa pensée
Tout le prix de son lait, en employait l'argent,
Achetait un cent d'œufs, faisait triple couvée ;
La chose allait à bien par son soin diligent.
Il m'est, disait-elle, facile
D'élever des poulets autour de ma maison ;
Le renard sera bien habile
S'il ne m'en laisse assez pour avoir un cochon.
Le porc à s'engraisser coûtera peu de son ;
Il était, quand je l'eus, de grosseur raisonnable ;
J'aurai, le revendant, de l'argent bel et bon.
Et qui m'empêchera de mettre en notre étable,
Vu le prix dont il est, une vache et son veau,
Que je verrai sauter au milieu du troupeau ?
Perrette là-dessus saute aussi, transportée.
Le lait tombe ; adieu veau, vache, cochon, couvée ;
[...]
Quel esprit ne bat la campagne ?
Qui ne fait châteaux en Espagne ?
Picrochole, Pyrrhus[2], la laitière, enfin tous,
Autant les sages que les fous.
Chacun songe en veillant ; il n'est rien de plus doux ;
Une flatteuse erreur emporte alors nos âmes ;
Tout le bien du monde est à nous,
Tous les honneurs, toutes les femmes.
Quand je suis seul, je fais au plus brave un défi ;
Je m'écarte, je vais détrôner le Sophi[3] ;
On m'élit roi, mon peuple m'aime ;
Les diadèmes vont sur ma tête pleuvant :
Quelque accident fait-il que je rentre en moi-même ;
Je suis Gros-Jean comme devant[4].

1. La Fontaine [1802], t. 2, liv. VII, fable 10.
2. Picrochole : va-t-en guerre grotesque chez Rabelais, *Gargantua* (1534). Pyrrhus Ier, roi des Molosses (*ca* 318-272) : général téméraire et brouillon, célèbre pour une victoire coûteuse sur les Romains, en 279. Picrochole et Pyrrhus sont des archétypes du mauvais Prince.
3. Le Sophi : nom qu'on donnait jadis en Europe au maître de la Perse.
4. Gros-Jean est supposé rustre. « Comme devant » signifie « comme avant ».

(*suite de la p. 143*)

Venons-en à la Laitière, dont le texte de la fable est en grande part restitué p. 144. Elle « Comptait déjà dans sa pensée » (v. 8), écrit le fabuliste, laissant libre cours à une prévision gouvernée par une forme de probabilité subjective qu'il faut maintenant préciser. Pas à pas, au double sens de l'itération et de la marche, elle multiplie son bien.

Plus précisément – et le jeu des temps dans la fable est aussi éblouissant que l'analogie de la démarche et du raisonnement – dès qu'elle songe au bien dont elle disposerait à un moment donné, elle s'attend à le multiplier. On commente parfois cet enchaînement d'espoirs en termes de progression géométrique, quelque chose comme $P_{t+1} = m \,.\, P_t$. C'est sans doute ainsi qu'on l'aurait formulé au temps de La Fontaine[36]. Mais il est possible d'être plus attentif au fait que Perrette escompte plus qu'elle ne compte.

Il reste à expliciter le schéma effectivement probabiliste du raisonnement que tient Perrette dans les formes du calcul aujourd'hui possible (et non pas pour le faire à la manière d'un savant de cette époque). Pour ce faire, il faut rendre compte qu'à chaque étape on passe du Tiens à l'espoir du Tu l'auras, de ce que considère Perrette à ce qu'elle croit pouvoir obtenir quitte à tenir compte de l'adversité et des imprévus (v. 11, 14 et 15), ce jusqu'à la célèbre cascade « adieu veau, vache, cochon, couvée » (v. 23). Jusqu'avant la chute, ce mouvement d'esprit est simple à traduire en termes mathématiques :

$$\mathbf{E}_Q(P_{t+1}) \;=\; \beta \,.\, P_t \qquad (6.3)$$

C'est l'expression de la structure d'une incertitude parétienne, d'une loi de puissance[37]. Perrette est l'idéal-type de ce que j'appellerai un *spéculateur parétien* : ce qu'elle a, elle en attend toujours plus, confiante dans une croissance quasi géométrique de son bien selon un multiplicateur ou une raison β. Suivons encore La Fontaine pour nous convaincre que « chacun songe en veillant » à la merci de « quelque accident » (v. 30-43). La Laitière, c'est chacun d'entre nous porté par l'enthousiasme. Elle fait fi de la prudence du Pêcheur. Son imagination épouse une classe de variables aléatoires qui n'est donc pas une partie de $\mathcal{L}^0(\Omega, \mathcal{A}, Q)$. Comment la comparer au Savetier et au Financier ? Il faut ici pousser le calcul plus loin.

Voici le schéma de raisonnement parétien qu'on peut construire afin de restituer le point de vue de Perrette sur son bien. Il faut d'abord en revenir à l'expression du prix de sortie (c'est la formule 6.1, p. 136).

$$T_n \quad = \quad \frac{\mathbf{E}_Q(P_{t+n})}{(1+x)^n}$$

36. La chose est chez Vauban, voir Meusnier [2003]. Sur l'arithmétique politique à l'époque moderne, Martin [2003].

37. Voir le chapitre précédent. Voir aussi Walter et Brian [2007c] et Brian et Walter [2007], à la suite de Barbut [2007].

On peut donner à la caractéristique du spéculateur parétien (formule 6.3, p. 145) une expression plus commode qui fasse apparaître le coefficent α des lois de puissance[38].

$$\mathbf{E}_Q(P_{t+1}) \;=\; \beta \,.\, P_t \;=\; \frac{\alpha}{\alpha - 1}\, P_t$$

Ce coefficient α est propre à Perrette, au bien qu'elle considère (ici la valeur de son cheptel) et au moment de son calcul[39]. Ici, je vais suivre la spéculation de Perrette pas à pas, à chaque étape de ses acquisitions supposées réelles. Le principe de son calcul consiste chaque fois à prendre pour valeur au pas suivant l'espérance du prix futur au pas précédent, c'est-à-dire :

$$P_{t+1} \quad = \quad \mathbf{E}_Q(P_{t+1})$$

Par itération, elle en vient à :

$$\mathbf{E}_Q(P_{t+n}) \;=\; \left[\frac{\alpha}{\alpha - 1}\right]^n P_t \;=\; \left[1 + \frac{1}{\alpha - 1}\right]^n P_t$$

Par suite :

$$T_n \quad = \quad \left[\frac{(1 + \frac{1}{\alpha - 1})}{1 + x}\right]^n P_t$$

Si bien que l'on peut introduire ici la notation ψ_n (comme nous le faisions en 2007) pour désigner le rapport entre le prix de sortie spéculé selon ce schéma parétien itéré et le prix au moment de la spéculation :

$$T_n \;=\; \psi_n \, P_t \qquad \text{avec} \qquad \psi_n \;=\; \left[\frac{(1 + \frac{1}{\alpha - 1})}{1 + x}\right]^n$$

Le terme ψ_n permet de conclure à propos de Perrette[40]. Le détour probabiliste a en effet fait renouer avec le schéma très classique de la tendance d'une suite géométrique. La vertu de cette formalisation consiste seulement à faire entrer dans la raison de cette suite (au sens strictement arithmétique, c'est-à-dire son coefficient multiplicateur) deux ordres qu'il n'est pas pertinent de

38. Je reprends ici l'ébauche parue dans Brian et Walter [2007], p. 175-182, en systématisant son interprétation en termes de probabilité subjective.

39. Nous le notions $\alpha_{j,k,t}$ dans la première version citée. Nous avions aussi fait varier le taux d'actualisation x_t selon le temps, ce qui n'est pas nécessaire ici. Il est donc clair que le calcul pourrait être sophistiqué et incorporer la prise en compte de la variabilité des agents, des biens et des moments. Autant d'approfondissements possibles d'une théorie du spéculateur parétien.

40. La forme générale de ψ_n est :

$$\psi_{j,k,t,n} = \prod_{i=0}^{n} \left[\frac{\left(1 + \frac{1}{\alpha_{j,k,t+i} - 1}\right)}{1 + x_{t+i}}\right]$$

confondre : d'une part le taux d'actualisation x que l'agent accorde au phénomène et d'autre part la caractéristique de son mouvement d'enthousiasme α. La prévision de l'agent, à chaque pas, tient compte de la forme qu'il reconnaît au phénomène et de son état d'esprit.

Tout repose maintenant sur la valeur suivante de ψ par rapport à 1 :

$$\psi \ = \ \psi_1 \ = \ \frac{(1+\frac{1}{\alpha-1})}{1+x} \tag{6.4}$$

On en vient donc à la comparaison de $1/(\alpha-1)$ et de x. La tendance de ψ quand n croît s'en déduit aisément. Elle est donnée au tableau 6.2, ci-dessous.

Tableau 6.2 : les trois horizons de la spéculation parétienne.

	ψ	α et x	$n \to \infty$
Cas 1	$\psi < 1$	$1/(\alpha-1) < x$	$\psi_n \to 0$
Cas 2	$\psi = 1$	$1/(\alpha-1) = x$	$\psi_n = 1$
Cas 3	$\psi > 1$	$1/(\alpha-1) > x$	$\psi_n \to \infty$

Ainsi trois cas se présentent, et trois cas seulement. La discontinuité entre eux est remarquable. Nous établissons de cette manière que chacun d'entre eux constitue un type propre de spéculation parétienne. Au moment où l'agent spécule, son attente entre dans l'un des trois à l'exclusion des autres, quitte à ce qu'il révise les hypothèses implicites qui nous permettent de restituer son mouvement d'esprit, qu'elles portent sur l'érosion générale de l'étalon de mesure (x) ou sur la forme de la distribution de l'incertitude à laquelle il s'attend à être confronté (α).

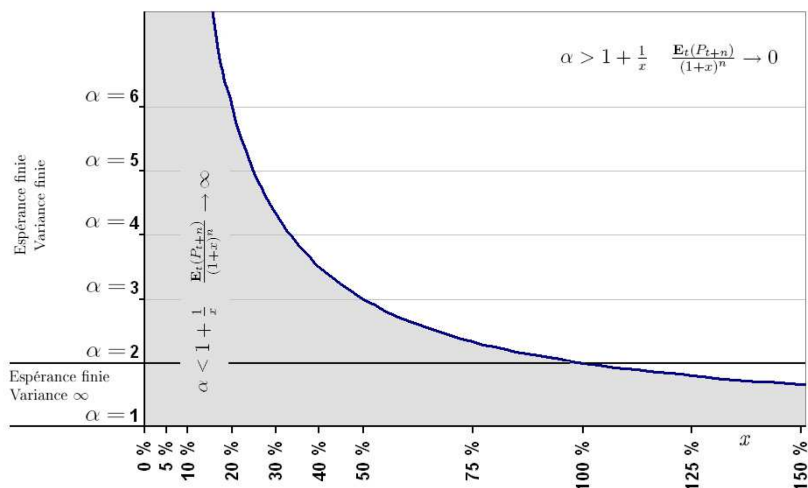
Le premier est celui pour lequel ψ est plus petit que 1. Par suite $1/(\alpha-1)$ est plus petit que x, ou bien encore α est plus grand que $1+1/x$. Dans ces conditions, le prix de sortie tend vers zéro. Les attentes du spéculateur s'ajustent *de fait* à celle d'un marché caractérisé par une tendance asymptotique nulle du prix de sortie actualisé, c'est-à-dire par la condition de transversalité que présuppose la théorie standard de la valeur fondamentale et qui est contredite dans le calcul parétien[41].

Il est remarquable qu'un agent spéculateur ainsi gouverné par une probabilité subjective parétienne puisse agir d'une manière satisfaisante « pour le marché », c'est-à-dire du point de vue de la probabilité du phénomène. En d'autres termes, non seulement le caractère stochastique du phénomène et des actions est nécessaire au fondement d'un marché[42], mais encore le marché peut-

41. Sur cette caractéristique de la théorie de la valeur fondamentale, voir This Saint-Jean [2007]. C'est précisément en cherchant à invalider la condition de transversalité au moyen de l'hypercroissance du prix escompté sous une hypothèse parétienne que Walter a ouvert la boîte de Pandore d'un calcul de rabat non gaussien, voir Walter et Brian [2007c], p. 155.

42. Voir la conclusion du chapitre 3.

Figure 6.3 : espérance du prix à terme en incertitude parétienne.



il garder sa cohérence même si les agents sont animés par un enthousiasme parétien contraire à sa logique propre, enthousiasme sans doute rapidement tempéré. La main invisible tremble, mais les agents n'ont pas même à trembler comme elle.

C'est ici en quelque sorte un *spéculateur parétien sage* (*sage* au sens où il agit comme s'il présupposait la vanité de l'entreprise humaine qu'il poursuit : $\lim_{n\to\infty} T_n = 0$), sans le contraindre à *penser comme* ce que l'analyse classique des marchés fait connaître par d'autres voies.

Sur la figure 6.3, ci-dessus[43], l'hyperbole représente les cas où ψ vaut 1. La partie supérieure à la courbe couvre ce premier cas de spéculateur parétien sage.

On constate que pour une inflation usuelle une telle sagesse impose des valeurs de α passablement élevées. Par exemple, pour $x = 5\,\%$, α devrait être supérieur à 21. Traduit en multiplicateur β (la raison de la suite géométrique), cela donne bien sûr un multiplicateur escompté de moins de 1,05 (ou encore de moins de 5 %). L'attente parétienne de Perrette est facile à exprimer : Perrette sera sage (*i.e.* une *spéculatrice parétienne sage*) dès qu'elle admettra que la valeur de son bien ne peut qu'être rongée par l'inflation. Les fluctuations même heureuses de la valeur de son bien n'y feront rien. On imagine que ses contemporains le plus avisés lui auraient donné cette leçon.

Le deuxième cas correspond à $\psi = 1$. Dans l'exemple précédent où l'inflation était à 5 %, c'est, on l'a vu, α à 21 et comme un multiplicateur attendu de

43. Les figures figure 6.3 (ci-dessus), 6.4 (p. 152) et 6.6 (p. 155), ci-après sont des variantes des figures 8.1, 8.2 et 8.3 parues dans Brian et Walter [2007], p. 177-179. Leur commentaire est ici plus approfondi.

5 %. Quoi qu'il arrive, je sauve mon bien sans égard pour les dividendes, une certaine idée de la pérennité en somme... Si Perrette suit cette ligne de conduite qui n'est pas sage, elle n'est pas déraisonnable pour autant, au sens que je l'ai posé plus haut : en effet, elle ne présuppose pas une croissance infinie du prix de sortie.

Voici un autre constat qui n'est pas donné d'avance : un *spéculateur parétien non déraisonnable* ne peut être que ou bien sage ou bien convaincu que son bien gardera toujours la même valeur. Qui plus est, ou bien il est gouverné par l'idée de la vanité de toute chose, ou bien par l'obsession de la préservation de son patrimoine, cela sans pouvoir réconcilier ces deux perspectives. Effectivement, le détachement à l'égard des biens de ce monde et l'avarice sont contradictoires...

Il n'y a pas d'autre cas *raisonnable* du point de vue parétien, car sinon la tendance du prix de sortie irait à l'infini. Cela ne dit rien pour autant, dans l'un et l'autre de ces deux cas, des attentes de l'agent sur les dividendes, chose que nous avons déjà discutée. Mais en croyant que $\psi = 1$, Perrette présupposerait que la structure de l'incertitude propre à la somme de ses biens serait à jamais liée au taux d'actualisation qui rendrait compte de l'évolution du reste du monde. Perrette alors serait égocentrique, et par suite sans doute peu réaliste. C'est tout ce qu'on pourra lui reprocher.

Le troisième cas est gouverné par des valeurs de ψ plus grandes que 1, et qui toutes conduisent à un prix de sortie tendanciellement infini. En consultant la figure 6.3, ci-contre, on constate aisément que, pour nous en tenir au vocabulaire que nous avons construit, un spéculateur parétien, dans un contexte d'inflation modérée ($x < 100\,\%$) qui aurait une appréhension de l'incertitude sur les marchés financiers assez juste (son raisonnement correspondant à un α entre 1,5 et un peu plus de 2, voir le chapitre précédent), est toujours déraisonnable. Si bien que, si l'on considère que le schéma parétien est l'expression mathématique la plus simple de l'espérance d'un gain, il faut conclure en renouant avec l'observation de terrain. Le décalage entre la morphologie du marché et les attentes des agents est nécessaire : l'appréhension de l'incertitude de la part de l'agent n'a aucune raison d'être conforme à l'incertitude du marché, et par suite, pour faire preuve d'un peu d'enthousiasme spéculatif, un peu de déraison est nécessaire.

6.4 Structure des attentes et action économique

Autrement dit, de même que la main invisible tremble, l'agent ne peut intervenir qu'en se berçant d'illusions et ses espérances ne sont pas nécessairement celles du marché. Ce constat est fondé sur l'analyse de la tension entre la probabilité subjective (la réponse de l'agent à l'incertitude à laquelle il fait face) et la probabilité du phénomène financier (la morphologie de l'incertitude structurelle du phénomène). Il rend raison de ce que savent tous ceux, praticiens ou observateurs, qui connaissent les marchés : les professionnels font un usage immodéré des règles de procédures, des matériaux statistiques et des équipements

techniques, alors même qu'ils éprouvent la part d'enthousiasme débridé, de jeu, d'intuition et d'arbitraire que comporte toute action sur un marché, chose que l'observation ethnographique et sociologique confirme. Pas d'action sans déraison aussi fondée que soit l'analyse qui conduit à la décision. Et aussitôt l'action accomplie, on réajuste son appréhension des phénomènes selon les instruments dont on dispose.

Voici finalement, selon la valeur de ψ, trois modalités qui engendrent la palette des comportements spéculatifs et de leurs révisions déchirantes. On conçoit que les agents aient au moment de réviser certains aspects de ce qu'il est convenu d'appeler leur stratégie – c'est-à-dire la modification des valeurs de α et de x dans notre cadre théorique élémentaire – le sentiment de basculer brutalement d'un univers de possibles à un autre, d'une attente infinie à une attente nulle, ou d'une spéculation débridée à une espérance plus raisonnable.

Faute de l'attirail des règles, des savoir-faire, des techniques et des machines de l'investisseur sur des sociétés non cotées, Perrette voit sa fortune perdue en un instant. La Fontaine réfléchit : « Quelque accident fait-il que je rentre en moi-même » (v. 42). Du mouvement d'enthousiasme à la conviction de la perte, la probabilité subjective des agents – de tous les agents : « Autant les sages que les fous » prend soin de préciser le fabuliste (v. 33) – passe de la zone grisée de la figure 6.3, p. 148, à la zone blanche en haut à droite, traversant la frontière où l'on se dit que si tout va bien et s'il n'en est que de soi-même, on devrait s'en sortir.

La distinction de trois horizons d'attente, de trois tendances pour les espérances des prix à terme n'est pas tout. Nous disposons en effet ici d'un cadre d'analyse qui dépend foncièrement de deux critères, le taux d'intérêt considéré (jusque-là rien de neuf) et le paramètre de la loi de puissance qui traduit la structure de la dispersion des aléas. Selon les valeurs relatives de ces deux paramètres, les trois espérances sont possibles, et ces trois seulement et distinctement.

Ainsi, songer à la valeur de son bien à terme en passant sans transition d'une espérance presque infinie à l'idéal d'une valeur définitivement assurée ou encore à la conviction que tout est perdu, ce n'est en rien faire preuve d'irrationalité, mais l'indice d'une réelle sensibilité aux transformations de la structure de l'incertitude face à laquelle on se trouve. Les trois espérances sont cohérentes et ne dépendent que du niveau général de l'inflation de l'étalon de la mesure de la valeur et de la forme des aléas qu'on attribue à l'objet de l'investissement.

La question de la rationalité des agents est très vaste et largement discutée[44]. L'analyse de la probabilité subjective, telle qu'elle a été définie dans ce livre et au moyen d'une palette probabiliste plus large que celle habituellement présupposée par les calculs, permet de mettre en évidence la variabilité des structures de distribution de l'incertitude telle qu'elle est appréhendée par les agents.

44. Voir Elster [1986] et Mele et Rawling [2004] ; pour une étude des controverses que la théorie de l'action rationnelle a pu susciter, voir Wacquant et Calhoun [1989].

C'est une alternative face aux hypothèses induites par le raisonnement quetelésien sur la théorie standard de l'action rationnelle, selon lesquelles le phénomène considéré par l'agent serait assez régulier pour se prêter au calcul de sa tendance principale (sa moyenne) et de la tendance des variabilités (sa variance)[45].

J'ai utilisé des distributions de Pareto pour mettre à l'épreuve le calcul qu'on pourrait reconnaître dans divers cas typiques. D'une part, elles offrent une réelle commodité de calcul (c'est le principe du multiplicateur entre la valeur et l'espérance[46]). D'autre part, selon la valeur de leur paramètre α, elles permettent de naviguer entre divers espaces caractérisés par des propriétés mathématiques bien connues et tangibles dans les calculs. Si α est égal ou plus grand que 2, la variable aléatoire considérée est alors deux fois intégrable, ou pour l'écrire de manière mathématique dans $\mathcal{L}^2(\Omega, \mathcal{A}, Q)$. La même propriété vaut pour les distributions gaussiennes. Mais certaines lois de puissance n'autorisent que le calcul de la variance, quand α est compris entre 1 (inclus) et 2 (exclus). D'un point de vue mathématique, une telle variable aléatoire est dans $\mathcal{L}^1(\Omega, \mathcal{A}, Q)$. Il arrive encore que la valeur centrale, l'espérance, ne soit pas calculable, si α est strictement inférieur à 1. Nous voici cette fois enfin dans $\mathcal{L}^0(\Omega, \mathcal{A}, Q)$[47].

Ainsi mon but n'est pas de substituer la loi de puissance (ou de Pareto-Lévy) à la loi normale (ou de Laplace-Gauss)[48]. Il s'agit d'abord de mettre en place un cadre épistémologique pertinent, puis, dans ce cadre, d'analyser les tensions entre probabilité subjective et probabilité des phénomènes. Pour ce faire, j'ai eu recours à un *étalon des propriétés mathématiques* des lois de probabilité : c'est-à-dire le paramètre α des lois de puissance.

Les lois de Pareto sont le véhicule le plus simple qui soit qui nous permet de nous déplacer dans l'échelle des degrés d'intégrabilité. Peut-on établir une valeur centrale, un bilan ? Répondre non, c'est raisonner dans $\mathcal{L}^0$. Répondre oui, c'est implicitement passer à $\mathcal{L}^1$. Dès lors, pourra-t-on pour ainsi dire moyenner les écarts à la valeur centrale, saisir la volatilité, disposer d'une mesure du risque ? De nouveau, le même genre d'alternative. Si c'est non, alors on se situe définitivement dans $\mathcal{L}^1$. Si c'est oui, le cadre des hypothèses retenues est celui des variables aléatoires de $\mathcal{L}^2$, en d'autres termes deux fois intégrables[49].

---

45. En fait l'élargissement qui est proposé dans ce chapitre procède simplement des trois principes dégagés dans ce livre : le principe d'incertitude, le principe de consolidation (dans ces deux cas, chapitre 2) et le principe de relativité de la probabilité des phénomènes (chapitre 5).

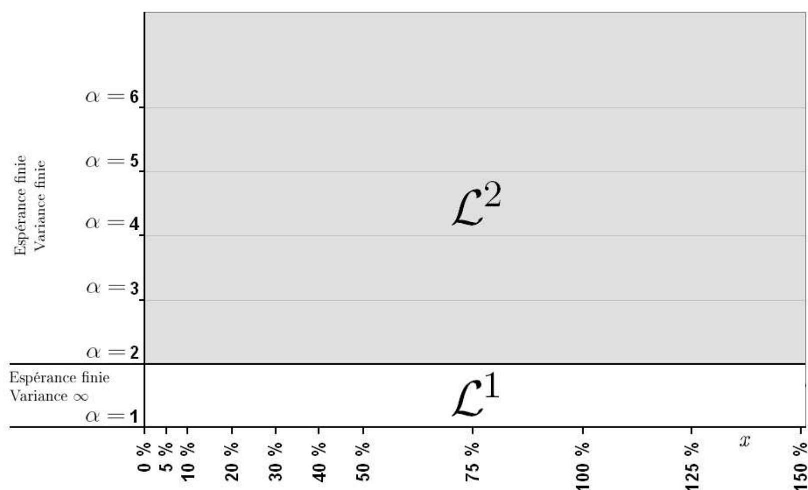
46. Barbut [2007].

47. Barbut [2007] pour l'exposé le plus synthétique à ce sujet.

48. Ce n'est pas non plus le but de Christian Walter, contrairement à ce que se sont contentés d'imaginer divers lecteurs de Walter et Brian [2007]. D'autres ont songé à une posture sceptique analogue à celle de Taleb, ce n'est pas le cas non plus, je m'en suis assez longuement expliqué ici.

49. Après la réception des travaux de Lévy [1924] au cours du XXe siècle, la distinction entre $\mathcal{L}^0$, $\mathcal{L}^1$ et $\mathcal{L}^2$ est de connaissance commune parmi les mathématiciens, qui, soit dit en passant, s'autorisent bien d'autres folies. Discutée dans le domaine des mathématiques financières, elle est malheureusement peu familière aux économistes, voire ignorée chez les spécialistes de sciences sociales.

Figure 6.4 : domaine parétien (en blanc) et domaine gaussien (en gris).



Et dans ce monde de variables assez lisses pour qu'on puisse mesurer et leur moyenne et leur variabilité, on sait que les répétitions d'expériences semblables et indépendantes tendent à prendre la forme des lois de Laplace-Gauss[50]. Si bien que je ne crois pas utile de discuter les propriétés des moments d'ordres plus grands que 2.

La figure 6.4, ci-dessus, permet de situer ces différentes hypothèses probabilistes, et tout particulièrement le domaine de validité d'un raisonnement gaussien (c'est-à-dire $\mathcal{L}^2$) : la zone grisée où la variance d'un phénomène incertain demeure finie et donc calculable. La partie laissée blanche couvre le domaine parétien, et non pas gaussien, où cette variance est infinie et donc non calculable (soit $\mathcal{L}^1$).

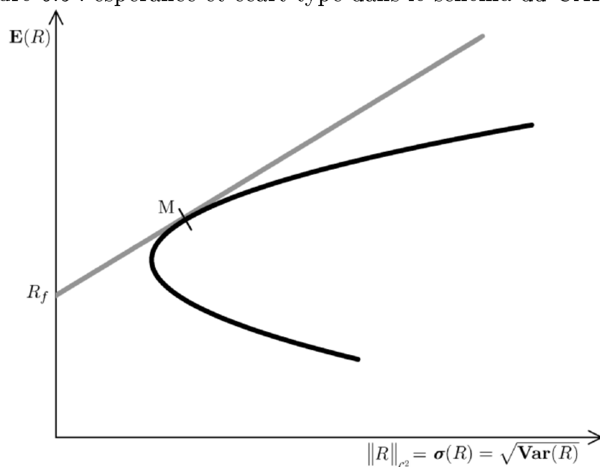
Disposant du paramètre α, il est possible de faire entrer l'analyse de la probabilité subjective dans un registre d'interprétation inaccessible au raisonnement quetelésien. Voici un spéculateur parétien dont le raisonnement à l'égard d'un bien ou d'un prix épouserait une loi de puissance de paramètre α. Si ce paramètre est égal ou plus grand que 2, il présupposera qu'on pourrait avoir en main, du terme n et jusqu'à la fin des temps, les mesures de bilans et des risques.

C'est typiquement ce qu'admet le cadre d'analyse du MEDAF/CAPM, où l'établissement d'un prix dépend de l'espérance du prix et du risque mesuré par la variabilité de ce prix, c'est-à-dire son écart type[51]. La classique figure

50. Paul Lévy [1924] parlait à cet égard du domaine d'attraction de la loi de Gauss et qualifiait ce constat de « théorème fondamental », p. 60-61.

51. Pour une synthèse, voir Guesnerie [2005]. Sur le traitement du risque en économie, voir Pradier [2006].

Figure 6.5 : espérance et écart type dans le schéma du CAPM.



6.5, ci-dessus, schématise l'établissement du portefeuille optimal M dans ce cadre d'analyse. Il est clair que raisonner selon le principe du MEDAF/CAPM consiste à présupposer que l'on maîtrise l'espérance et l'écart type de la variable traitée et qu'on se trouverait donc dans $\mathcal{L}^2$, c'est-à-dire que les prix seraient assez lisses pour être au moins intégrables deux fois, ou encore – dans un schéma parétien – que le paramètre α serait au moins égal à 2.

Le raisonnement n'est pertinent que dans la partie grisée de la figure 6.4, ci-contre. Hors de cette zone la mesure de l'incertitude du phénomène soumis au calcul garde une assez forte rugosité pour que les conditions requises ne soient pas remplies, même si les valeurs elles-mêmes, pondérées par leur probabilité, se prêtent à un calcul d'espérance. Concrètement, on pourra toujours effectuer le calcul numérique de l'écart type, mais le résultat sera inconsistant, il changera sans demeurer dans des bornes raisonnables à chaque tentative de calcul sur des jeux d'observations différentes du même prix qui sont autant de réalisations de la variable aléatoire considérée. Par suite, si on établit un prix selon le principe du MEDAF/CAPM en partant d'une moyenne tangible et d'un écart type infondé, calculé mais non pas consistant, le prix établi au moyen du modèle sera illusoire. C'est pourtant bien ce prix, fondé ou non, qui servira au cours de la transaction, pour le moins à titre d'expertise technique si ce n'est comme prix effectif[52].

52. Nous associons nous-mêmes le nom d'Adolphe Quetelet au succès de l'hypothèse laplaco-gaussienne depuis le milieu du XIXe siècle et de la confusion entre la dispersion des erreurs et la dispersion de l'incertitude. À la décharge de l'astronome et statisticien belge, il faut préciser que, dans son souci de distinguer les bonnes des mauvaises moyennes, il a lui-même clairement conçu que si le calcul numérique était toujours possible, celui-ci n'en était toutefois pas fondé pour autant (l'arrière-plan de son raisonnement était la question du réalisme de la moyenne arithmétique, et non celle de la structure de l'incertitude comme ici même). Ainsi, la mémoire scientifique de Quetelet n'a pas lieu d'être réduite aux abus du queteléisme :

Voici le lieu précis où, dans les travaux sur la probabilité en finance, il importe de distinguer – cette fois non plus pour des raisons épistémologiques, mais pour des raisons de fait – entre d'un côté la morphologie de l'incertitude du phénomène que les spécialistes saisissent en mettant en œuvre un attirail technique et théorique fondé sur des hypothèses repérables, et de l'autre l'appréhension subjective de cette même incertitude focalisée dans l'action et fondée sur des hypothèses probabilistes implicites souvent différentes. On a vu que cette distinction était possible et éclairante. On peut aller plus loin et combiner la figure 6.3, p. 148, qui parcourt les possibles des attentes du spéculateur parétien et la figure 6.4, p. 152, que nous utilisons pour repérer les caractéristiques probabilistes des phénomènes financiers, en l'occurrence la possibilité qu'ils offrent ou non d'un calcul de tendance centrale et de risque moyen. Plusieurs domaines apparaissent ainsi sur la figure 6.6, ci-contre[53].

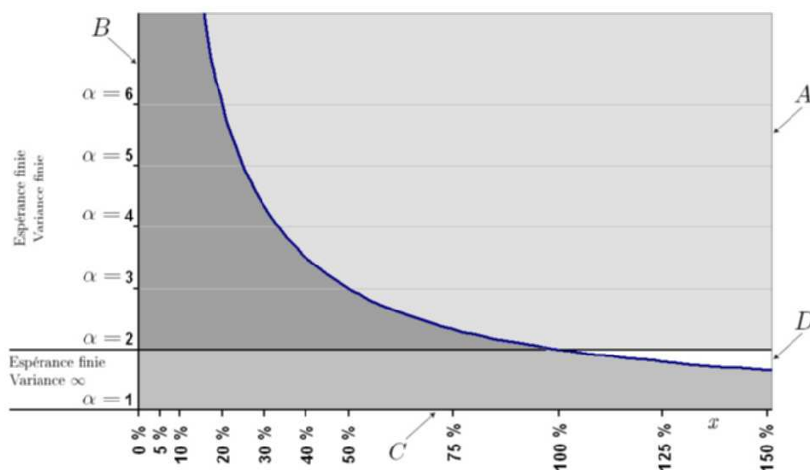
Dans la partie supérieure, sur les zones marquées A et B, α est au moins égal à 2. Le phénomène financier est alors assez lisse pour que l'on puisse l'appréhender pertinemment, du point de vue de la probabilité du phénomène, au moyen de moyennes et d'écarts types. Le calcul usuel et les multiples extrapolations qu'il a suscitées dans la littérature spécialisée sont alors valides : le prix d'équilibre issu du MEDAF/CAPM traduit de manière consistante le niveau de l'action et celui du risque. Il se peut que la structure de la distribution objective de l'incertitude ressemble assez à une forme gaussienne. Dans ce cas, ce prix est de plus réaliste. Mais il se peut tout aussi bien que cette structure s'approche plus d'une forme parétienne. Pourquoi pas[54] ? Et quoi qu'il en soit, l'agent peut ou bien suivre le résultat du calcul objectiviste, ou bien s'en tenir à une approche subjective plus enflammée sans mettre en cause la cohérence d'un marché toujours fluctuant, mais prévisible en tendance et en variation.

« En prenant une moyenne, on peut avoir en vue deux choses bien différentes : on peut chercher à déterminer un nombre qui existe véritablement ; ou bien à calculer un nombre qui donne l'idée le plus rapprochée possible de plusieurs quantités différentes, exprimant des choses homogènes, mais variables de grandeur [...]. Cette distinction est si importante, que [...] j'emploierai même des mots différents pour mieux l'établir : je réserverai le nom de *moyenne* pour le premier cas, et j'adopterai celui de *moyenne arithmétique* pour le second, afin de faire sentir qu'il s'agit ici d'une simple opération de calcul entre des quantités qui n'ont pas de relations essentielles. Ces relations ne s'aperçoivent pas toujours ; et parfois on les reconnaît quand on ne s'attendait pas à en trouver : la moyenne arithmétique devient alors une véritable moyenne. »(Quetelet [1846], p. 65-67.)
Transposer de $\mathcal{L}^2$ à $\mathcal{L}^1$ cette réflexion, c'est souligner que le MEDAF/CAPM est un *modèle* (un homologue de la *moyenne arithmétique* au sens de Quetelet) et qu'il importe de distinguer entre le calcul, toujours possible, et son adéquation au phénomène.

53. Dans la première version du commentaire de ces figures, déjà signalée et parue dans Walter et Brian [2007a], la distinction entre probabilité subjective et probabilité du phénomène n'était pas clairement posée. Il fallait y revenir.

54. Il est certes possible de proposer un calcul analogue au MEDAF/CAPM sous l'hypothèse d'une distribution parétienne (ou α-stable), mais il est alors indispensable d'adapter les calculs à cette caractéristique, voir Lévy-Véhel et Walter [2002], p. 155-169.

Figure 6.6 : spéculateur parétien et forme de l'incertitude.



Je passe donc à l'espérance parétienne d'un agent, crible d'analyse de sa probabilité subjective. À ce point intervient la distinction entre les zones marquées A et B. J'écarte en effet la troisième option qui consiste à attendre du taux d'actualisation général x qu'il compense exactement et durablement l'incertitude parétienne traduite par α, considération peu défendable tant elle devrait toujours coïncider exactement avec la courbe qui sépare les deux zones... On l'a vu, l'action rationnelle de l'agent parétien consiste à choisir entre deux options radicalement distinctes. S'il présuppose que l'incertitude est absorbée par l'inflation, l'agent parétien se placera implicitement dans la zone A. S'il considère qu'il peut attendre de l'incertitude plus que l'érosion inflationniste, alors il se situera implicitement dans la zone B. Or il est possible à ce point de faire un constat propre au monde ordinaire, quand l'inflation demeure modérée et quand le raisonnement parétien coïncide avec l'espérance d'un rendement spéculatif banal[55]. Dans ce monde ordinaire, un spéculateur parétien se situe dans la zone B. Son action est alors parfaitement fondée.

55. Il s'agit de probabilité subjective. Peu importe que la probabilité du phénomène financier soit telle ou telle. Ce qui est pertinent ici, c'est le modèle implicite qui traduit l'attente de l'agent. Le tableau, ci-dessous, convertit le coefficient α en rendement spéculatif attendu, étant entendu que le multiplicateur β vaut $\alpha/(\alpha-1)$ et que le rendement $\beta-1$ est par suite égal à $1/(\alpha-1)$.

Incertitude parétienne	α	2	5	10	20	25
Multiplicateur	β	2,00	1,25	1,11	1,05	1,04
Rendement attendu	$\beta-1$	100,0 %	25,0 %	11,1 %	5,3 %	4,2 %

Ainsi, pour autant que le critère de la rationalité de l'action soit sa conformité à l'espérance des gains, force est de constater que le raisonnement du spéculateur parétien n'est pas moins rationnel que celui du calculateur quetelésien. Si bien que devant un phénomène dont on peut apprécier à la fois la moyenne et la variabilité, osciller entre l'enthousiasme spéculatif, la plus grande prudence ou la conviction de n'avoir rien à attendre est tout autant rationnel que d'investir à la marge tant qu'on n'a pas tranché la question de la structure de la distribution de l'incertitude à laquelle on fait face. Nous voici donc devant *un élargissement de la théorie de l'action rationnelle* à des hypothèses stochastiques plus larges que celles imposées par le calcul usuel[56].

Au bas de la figure 6.6, p. 155, ce sont les zones C et D : le paramètre α est inférieur à 2. On sait que l'estimation objectiviste de α roule autour de 1,7 et on a vu au chapitre précédent que les marchés de New York et de Paris, à des époques très différentes, présentent une leptokurticité de leur indice caractéristique si on le suit au rythme des transactions. S'il s'agissait d'accorder de manière normative le raisonnement de l'agent à la forme du phénomène, alors il serait absurde d'employer un instrument qui présupposerait la mesure de la variabilité alors même qu'une variance n'est pas calculable. Dans ce domaine parétien et non pas gaussien, il n'est toutefois pas interdit de calculer. Il y est même parfois raisonnable d'attendre un profit spéculatif : c'est la zone C. Mais il arrive aussi, au-delà de l'hyper-inflation, que même la spéculation soit vaine : c'est la zone D.

Perrette, les sous-prolétaires algériens étudiés par Bourdieu et les traders aujourd'hui paraissent bien fixer leurs attentes selon des schémas parétiens et non pas gaussiens. La première a été imaginée pour modérer l'enthousiasme spéculatif des amateurs de fables. Les travailleurs étudiés par le sociologue exprimaient ce qu'un monde de très forte incertitude et de peu de ressources avait fait d'eux. Pour leur part, les traders – figure de prime abord diamétralement opposée aux deux précédentes – ont sans doute forgé cet habitus parétien en rivant leur attention au rythme des cours, eux-mêmes parétiens dans ce référentiel de proximité.

Mais leurs techniques de fixation des prix sont gaussiennes. Il n'est pas déplacé ici de se demander si cette nécessaire tension entre les régimes de la probabilité du phénomène de marché financier et ceux de la probabilité subjective des agents qui y interviennent n'aurait pas eu sa part dans les récents effondrements. La question appellerait un examen plus complet que les éléments apportés dans ce livre. Il vise seulement à fournir une manière de poser cette question et une méthode pour la traiter. Puisque la main invisible tremble, il importe sans doute d'en prendre acte avant de formuler quelque diagnostic que ce soit.

Quoi qu'il en soit, la mise en évidence du domaine de la théorie de la probabilité subjective de l'agent économique conduit, on le voit, à réviser les hypothèses du calcul économique quant à l'appréhension par les agents de la distribution

56. Cette conclusion était indiquée dans Brian et Walter [2007], p. 180.

de l'incertitude, et cette révision conduit vers un élargissement de la théorie de l'action rationnelle. Il procure l'avantage d'un cadre théorique homogène où les conditions de possibilités des actions sont gouvernées par des combinaisons changeantes de ressources, d'institutions et de calculs. Les idéaux-types d'agents économiques qu'on peut ainsi concevoir sont bien connus, voire même consacrés par des traditions orales ou écrites fort anciennes.

C'est ici le calculateur prudent qui compte sur des phénomènes d'ampleur et de variations suffisamment régulières ($\mathcal{L}^2$). Il dispose depuis quelques décennies d'instruments particulièrement sophistiqués qui traduisent si bien sa vision des phénomènes financiers qu'ils lui procurent des prix calculés quand bien même le calcul serait sans fondement.

C'est à l'opposé celui qui ne veut compter sur rien et qui s'attache à « un Tien vaut mieux que deux Tu l'auras » ($\mathcal{L}^0$). Mais c'est aussi le spéculateur parétien, fondé dans son espérance pour peu que le phénomène s'écarte effectivement des conformations et des conformités attendues par plus prudent que lui ($\mathcal{L}^1$). Ce spéculateur typique ne pourra qu'osciller entre l'enthousiasme et le détachement, entre l'enchantement et le désenchantement (entre $\psi > 1$ et $\psi < 1$). Mais qu'il en vienne à confondre les fluctuations de l'objet de son investissement et celles du reste du monde, et il perdra pied ($\psi = 1$).

Après avoir constaté qu'en août 2007, c'était la structure de la gestion du risque qui s'était fissurée du fait de la présence dans les calculs et dans les logiciels d'hypothèses infondées sur la rationalité des agents face aux risques d'insolvabilité[57], Alan Greenspan observait récemment qu'une part significative de la dynamique des cours était gouvernée par une propension humaine « innée » à osciller entre l'euphorie et la peur[58].

Si la théorie de la probabilité subjective du spéculateur parétien qui vient d'être esquissée explique sans difficulté le principe d'une telle oscillation[59], elle peut faire l'économie de cette inconstance naturelle qui trouble l'ancien directeur de la Réserve fédérale des États-Unis. L'enthousiasme spéculatif et son double, la débâcle, sont inhérents à la structure de l'incertitude des marchés et à leur intériorisation par des agents hautement spécialisés. Qui plus est, et c'est cette fois l'analyse de la probabilité du phénomène de marché boursier qui le fait voir, il y a bien eu, au cours des dernières décennies, des divergences entre les formes de l'incertitude que ce phénomène a présentées.

57. Greenspan [2009a] : « *All the sophisticated mathematics and computer wizardry essentially rested on one central premise : that the enlightened self-interest of owners and managers of financial institutions would lead them to maintain a sufficient buffer against insolvency by actively monitoring their firms' capital and risk positions. For generations, that premise appeared incontestable but, in the summer of 2007, it failed. It is clear that the levels of complexity to which market practitioners, at the height of their euphoria, carried risk-management techniques and risk-product design were too much for even the most sophisticated market players to handle prudently.* »

58. Greenspan [2009b] : « *A significant part of stock price dynamics is driven by the innate human propensity to swing intermittently between euphoria and fear.* »

59. Il avait été repéré dès Walter et Brian [2007a], p. 180.

Calculateur prudent ou spéculateur, voire même sous-prolétaire vivant au jour le jour, chacun est rationnel dès que l'on prend en considération l'horizon probabiliste implicite de ses attentes : chacun raisonne d'une manière telle qu'on peut la retraduire dans un cadre mathématique particulier (respectivement $\mathcal{L}^2$, $\mathcal{L}^1$ ou $\mathcal{L}^0$). Que le monde autour d'eux soit conforme à tel de ces cadres est une toute autre affaire, et cela offre à chacun d'eux bien des causes d'erreurs d'appréciation. Ce n'est pas tout. Dans le cadre théorique proposé, ces idéaux-types ne sont en rien des classes distinctes d'agents, et encore moins des normes que la théorie viserait à établir. Au contraire, agir, c'est ici éprouver les tensions entre l'incertitude des phénomènes et l'incertitude subjective et donc adopter tour à tour l'une ou l'autre de ces postures.

« Autant les sages que les fous », écrivait La Fontaine.

Annexe

Incertitude et référentiels temporels

7.1 Un kit de test

Comme il est indiqué au chapitre 5, l'ordre séquentiel i d'enregistrement des transactions et la date (au sens le plus général) de cet enregistrement t sont les deux prises empiriques dont on dispose sur le phénomène incertain à saisir. Il s'agit dans le cas du temps séquentiel i d'un référentiel de temps embarqué et, dans celui du temps calendaire, d'un référentiel externe.

Au moment t de l'observation i, la mesure du phénomène S_t est identique à S_i. Mais les séries $\{ S_t \}$ et $\{ S_i \}$ ainsi formées se distinguent par le choix des deux référentiels. Deux calculs parallèles, on l'a vu, sont possibles.

Tableau 7.1 : incertitudes de marché selon deux référentiels temporels.

	En temps calendaire (réfentiel externe)	En temps séquentiel (référentiel embarqué)
Temps et pas temporel	t et τ	i et ι
Cours et performance	S_t et X_t	S_i et X_i
Rentabilité périodique	$\Delta X(t,\tau)$ notée $\Delta^* X$	$\Delta X(i,\iota)$ notée $\Delta^\bullet X$
Leptokurticité	$K^* = K(\Delta^* X, \tau)$	$K^\bullet = K(\Delta^\bullet X, \iota)$

Pour faciliter les comparaisons entre les distributions de la rentabilité périodique, $\Delta^* X$ et $\Delta^\bullet X$, il est commode et justifié de construire les séries $\delta^* X(t, \tau)$ et $\delta^\bullet X(i, \iota)$ centrées autour des espérances respectives $\mu(\tau)$ et $\mu(\iota)$, et réduites à l'échelle des écarts types respectifs $\sigma(\tau)$ et $\sigma(\iota)$.

$$\delta^* X(t,\tau) = \frac{\Delta^* X(t,\tau) - \mu(\tau)}{\sigma(\tau)} \quad \text{et} \quad \delta^\bullet X(i,\iota) = \frac{\Delta^\bullet X(i,\iota) - \mu(\iota)}{\sigma(\iota)}$$

Pour chacun des sept cas empiriques traités et des deux (voire trois) référentiels considérés, ces critères sont précisés :

L'unité de temps. – Le mois, la semaine ou la journée dans les cas traités pour le temps calendaire ; un volume de transactions fixé arbitrairement pour le temps séquentiel.

Le nombre d'unités. – Dans chaque référentiel, c'est le nombre d'unités statistiques ainsi construites, respectivement $N(\tau)$ ou $N(\iota)$ qui dépendent des pas temporels retenus, respectivement τ et ι.

L'espérance. – Moment du premier ordre (centralité). Respectivement :

$$\mu(\tau) = \mathbf{E}[\Delta X^*(t,\tau)] \quad \text{et} \quad \mu(\iota) = \mathbf{E}[\Delta X^\bullet(i,\iota)]$$

L'écart type. – Moment d'ordre 2 (dispersion). Respectivement :

$$\sigma(\tau) = \sqrt{\mathbf{E}\left([\Delta X^*(t,\tau) - \mu(\tau)]^2\right)} \ \text{ et } \ \sigma(\iota) = \sqrt{\mathbf{E}\left([\Delta X^\bullet(i,\iota) - \mu(\iota)]^2\right)}$$

Le moment d'ordre 3. – Moment d'ordre 3 de la série centrée réduite (symétrie). Respectivement :

$$m_3(\tau) = \mathbf{E}[\delta X^*(t,\tau)]^3 \quad \text{et} \quad m_3(\iota) = \mathbf{E}[\delta X^\bullet(i,\iota)]^3$$

Le moment d'ordre 4. – Moment d'ordre 4 de la série centrée réduite (creux). Respectivement :

$$m_4(\tau) = \mathbf{E}[\delta X^*(t,\tau)]^4 \quad \text{et} \quad m_4(\iota) = \mathbf{E}[\delta X^\bullet(i,\iota)]^4$$

La leptokurticité. – Respectivement $K^* = K(\delta^* X, \tau)$ et $K^\bullet = K(\delta^\bullet X, \iota)$. Issu du moment d'ordre 4, c'est un coefficient d'intensité de la concentration autour de la valeur centrale, de creux pour des écarts de faible amplitude et d'importance pour ceux de forte amplitude. Le calcul appelle une prudence statistique : il importe en effet que l'estimateur employé ne soit pas biaisé (au sens de la technique statistique, c'est-à-dire altéré par un procédé de calcul simple mais imprécis). On calcule donc un coefficient de leptokurticité non biaisé :

$$\left[\frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \sum_{k=1}^{N} \delta X\right] - \left[\frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)}\right]$$

où δX est respectivement $\delta^* X(t,\tau)$ et $\delta^\bullet X(i,\iota)$. Cet estimateur non biaisé est employé pour établir les valeurs de K^* et de $K^\bullet$ dans la suite. Quoi qu'il en soit, ce coefficient demeure affecté par la présence d'écarts très grands et très exceptionnellement rares dans les séries soumises au calcul. Pour des séries de quelques centaines de cas, la comparaison des structures de distributions selon ce seul paramètre est alors perturbée. C'est pourquoi dans la suite j'ai donné d'une part des graphiques de distribution bornés à ± 3 écarts types et d'autre part une estimation de K une fois extraites des séries – en les mentionnant – de très rares unités chronologiques particulièrement extraordinaires. Elles coïncident notamment avec la révolution de 1848 à Paris ou avec l'effondrement boursier de 1987 à New York.

La statistique JB. – Critère de test de l'hypothèse de la normalité gaussienne d'une distribution statistique conçu par Jarque et Bera [1987]. Sous l'hypothèse d'une distribution gaussienne, ce critère devrait se comporter selon une loi du χ^2 à 2 degrés de liberté. Le calcul du test tient compte des moments d'ordre 3 et 4 de la série considérée, et donc de sa symétrie et de sa leptokurticité. Avec les notations précédentes :

$$JB = \frac{N}{6}\left[{m_3}^2 + \frac{(m_4 - 3)^2}{4}\right]$$

Le test du χ^2. – Test de l'hypothèse de la normalité gaussienne de la distribution au moyen de la statistique JB. Dans les quinze cas considérés, ce test conduit à rejeter l'hypothèse laplaco-gaussienne.

Trois figures viennent compléter ces éléments d'appréciation.

La comparaison graphique des structures de dispersion. – figures 7.1, 7.4, 7.7, 7.10, 7.13, 7.16 et 7.19. L'échelle horizontale est graduée en nombre d'écarts types de -3 à $+3$. Toutes les distributions sont centrées et réduites pour les rendre comparables. Une *surface grisée* offre une comparaison avec l'hypothèse testée : la distribution laplaco-gaussienne. Pour chaque référentiel considéré, à la valeur k comprise entre -3 et $+3$, les *points* marquent la fréquence des unités dénombrées entre $k - 0{,}5$ et $k + 0{,}5$ écarts types. Les courbes, construites sur ces points par symétrie et lissage donnent la forme générale des distributions empiriques. Les courbes et les points de couleur *noire* correspondent aux référentiels calendaires. Les courbes et les points de couleur *grise* correspondent aux référentiels séquentiels.

La comparaison des référentiels temporels. – figures 7.2, 7.5, 7.8, 7.11, 7.14, 7.17 et 7.20. Horizontalement, ce sont les durées calendaires – en général en nombre de jours, ou en nombre de mois dans le cas de Paris entre 1819 et 1914 – des intervalles de temps séquentiels de volume ι. Verticalement, il s'agit du nombre d'unités statistiques pour chacune de ces durées dans la série construite sur le référentiel séquentiel, nombre comparable à $N(\iota)$. Ainsi, figure 7.17, 98 périodes de 7 milliards de transactions couvrent 2 jours.

L'évolution du référentiel séquentiel. – figures 7.3, 7.6, 7.9, 7.12, 7.15, 7.18 et 7.21. La durée des intervalles de temps séquentiels, sur l'échelle verticale, est représentée selon la chronologie du temps calendaire sur l'échelle horizontale.

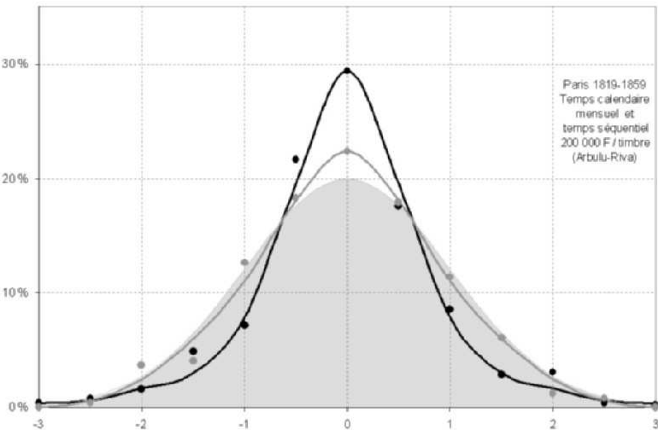
7.2 La place de Paris de 1819 à 1859

Indice de marché : indice Arbulu, calculé sur la base de 172 titres français (Arbulu [2008]). Le temps séquentiel est compté en produit cumulé de l'impôt du Timbre sur les transactions (Riva [en cours]). Pour des raisons de robustesse statistique des estimations, on a écarté dans chacun des deux référentiels les périodes qui ont enregistré les effets immédiats de la révolution de 1848.

Tableau 7.2 : incertitudes sur la rentabilité de la place de Paris (1819–1859).

Référentiel	Temps calendaire	Temps séquentiel
Unité de temps	Mois	200 000 F de Timbre
Nombre d'unités	$N(\tau) = 490$	$N(\iota) = 246$
Espérance	$\mu(\tau) = 0{,}0036$	$\mu(\iota) = 0{,}0060$
Écart type	$\sigma(\tau) = 0{,}0325$	$\sigma(\iota) = 0{,}0444$
Moment d'ordre 3	$m_3(\tau) = 0{,}52$	$m_3(\iota) = 0{,}14$
Moment d'ordre 4	$m_4(\tau) = 7{,}53$	$m_4(\iota) = 5{,}88$
Leptokurticité	$K^* = 4{,}62$	$K^\bullet = 1{,}75$
Statistique JB	$JB = 440$	$JB = 86$
Test du χ^2	$P = 0\,\%$	$P = 0\,\%$

Figure 7.1 : incertitudes sur la rentabilité de la place de Paris (1819–1859).



Courbe et points noirs : dispersion selon le référentiel de temps calendaire.
Courbe et points gris : dispersion selon le référentiel de temps séquentiel.
Arrière-plan grisé : dispersion gaussienne standard $\mathcal{N}(0\,;1)$.

Figure 7.2 : nombre d'intervalles séquentiels selon leur durée calendaire (*ibid.*).

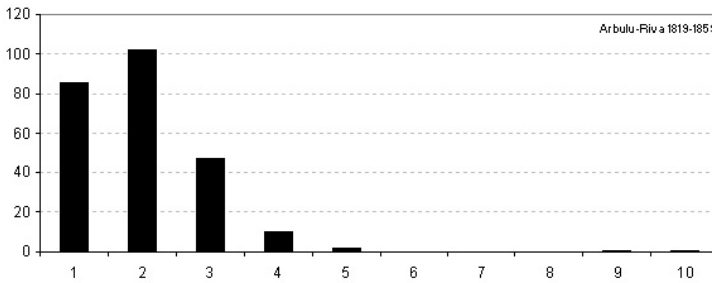
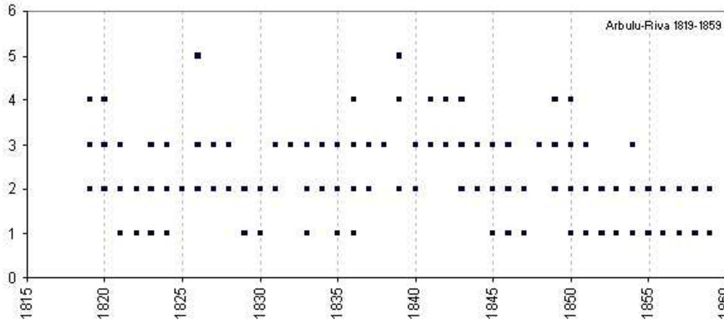


Figure 7.3 : évolution de la durée calendaire des intervalles séquentiels (*ibid.*).



À Paris, après le premier Empire et avant la politique de libre-échange admise par le second Empire, l'hypothèse d'une normalité gaussienne de la distribution ergodique de l'incertitude de la rentabilité de l'indice ne peut être retenue, que cette incertitude soit appréciée à un rythme mensuel ou bien à celui du volume des transactions. La leptokurticité de cette incertitude est plus marquée en référentiel calendaire. Les périodes de calme y apparaissent plus durables, les écarts limités moins fréquents, au contraire d'écarts importants, au demeurant rares. Suivie au rythme global des transactions et quoique s'en distinguant significativement, cette distribution de l'incertitude est la plus proche de celle d'une normalité gaussienne dans l'ensemble des sept cas considérés dans cette annexe. Cette période est pourtant aussi celle pendant laquelle on a eu le moins recours à des calculs explicites fondés sur la théorie de la moyenne quetelésienne (elle ne s'est généralisée parmi les statisticiens qu'à partir du milieu du siècle). Ce double constat, dans le cadre d'interprétation du chapitre 5, conduit à conclure que la moyenne quetelésienne répondait morphologiquement à l'intuition de l'incertitude sur le marché parisien pour ceux qui pouvaient suivre ses hauts et ses bas à son rythme propre.

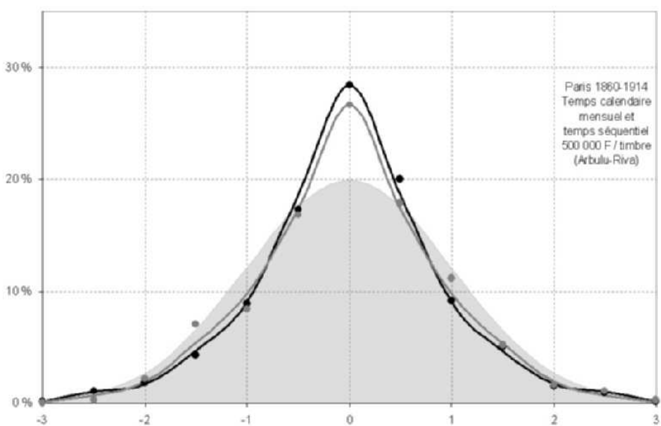
7.3 La place de Paris de 1860 à 1914

Mêmes sources que pour la période 1819-1859. De décembre 1864 à avril 1865, puis de mai 1887 à octobre 1888, les indices ne sont pas disponibles.

Tableau 7.3 : incertitudes sur la rentabilité de la place de Paris (1860–1914).

Référentiel	Temps calendaire	Temps séquentiel
Unité de temps	Mois	500 000 F de Timbre
Nombre d'unités	$N(\tau) = 654$	$N(\iota) = 368$
Espérance	$\mu(\tau) = 0{,}0014$	$\mu(\iota) = 0{,}0024$
Écart type	$\sigma(\tau) = 0{,}0175$	$\sigma(\iota) = 0{,}0226$
Moment d'ordre 3	$m_3(\tau) = -0{,}36$	$m_3(\iota) = -0{,}51$
Moment d'ordre 4	$m_4(\tau) = 7{,}32$	$m_4(\iota) = 6{,}12$
Leptokurticité	$K^* = 4{,}39$	$K^\bullet = 3{,}21$
Statistique JB	$JB = 523$	$JB = 165$
Test du χ^2	$P = 0\,\%$	$P = 0\,\%$

Figure 7.4 : incertitudes sur la rentabilité de la place de Paris (1860–1914).



Courbe et points noirs : dispersion selon le référentiel de temps calendaire.
Courbe et points gris : dispersion selon le référentiel de temps séquentiel.
Arrière-plan grisé : dispersion gaussienne standard $\mathcal{N}(0\,;1)$.

Figure 7.5 : nombre d'intervalles séquentiels selon leur durée calendaire (*ibid.*).

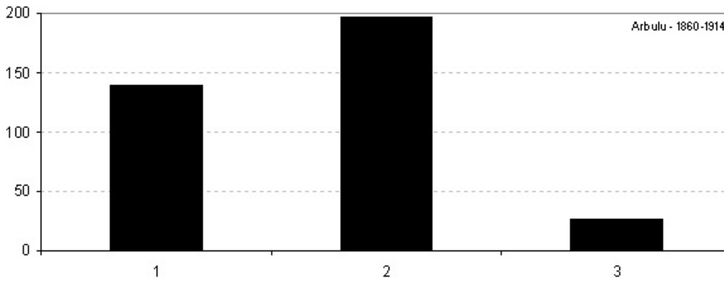
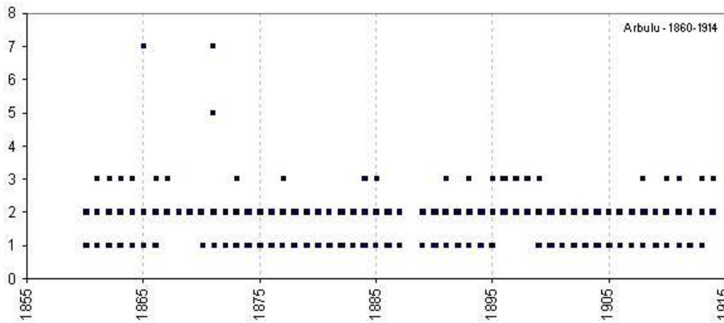


Figure 7.6 : évolution de la durée calendaire des intervalles séquentiels (*ibid.*).



Entre la politique de libre-échange sous Napoléon III et le début de la Première Guerre mondiale, le marché parisien voit son volume de transactions doubler par rapport à la période précédente et trouver un régime de croisière. C'est aussi l'époque de l'introduction du raisonnement et des procédures statistiques quetelésiennes en économie et dans le monde de la Bourse parisienne. Si l'hypothèse d'une normalité gaussienne de la distribution ergodique de l'incertitude de la rentabilité de l'indice ne peut être retenue, il est remarquable que dans les deux référentiels la morphologie de cette incertitude coïncide à peu près, et tout au moins plus nettement que précédemment. Si bien qu'on peut conclure que la moyennisation du marché parisien a produit un instrument assez satisfaisant pour accorder l'appréhension de l'incertitude boursière au rythme du marché à celle au rythme du temps général, la seule explicitement calculée. Dans un vocabulaire épistémologique, c'est ici une période de compétence *normale* (comme on parle de « science normale » en période paradigmatique), étant entendu que ce constat ne présuppose en rien que la distribution de l'incertitude soit perçue et doive y être perçue comme laplaco-gausienne (autrement dit selon une loi dite normale).

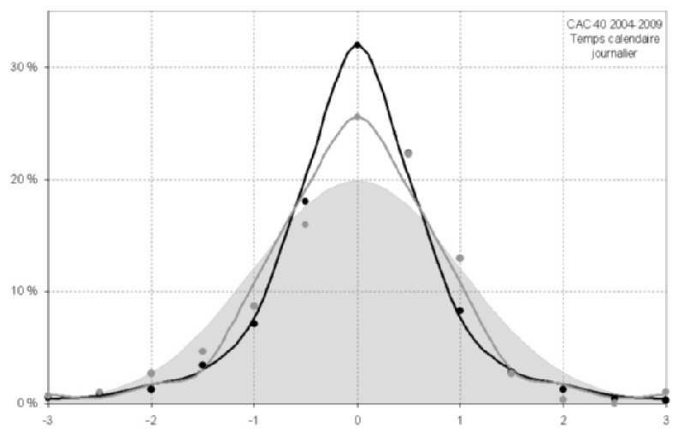
7.4 Le CAC 40 de 2004 à 2009

Indice de marché : CAC 40 du 10 octobre 2004 au 31 mars 2009. Les écarts observés pendant les années 2007-2008 n'apparaissent pas exceptionnels dans ces séries.

Tableau 7.4 : incertitudes sur la rentabilité du CAC 40 (2004–2009).

Référentiel	Temps calendaire	Temps séquentiel
Unité de temps	Jour	500 millions de transactions
Nombre d'unités	$N(\tau) = 1\,143$	$N(\iota) = 301$
Espérance	$\mu(\tau) = -0{,}000\,2$	$\mu(\iota) = -0{,}000\,8$
Écart type	$\sigma(\tau) = 0{,}015\,2$	$\sigma(\iota) = 0{,}028\,5$
Moment d'ordre 3	$m_3(\tau) = 0{,}10$	$m_3(\iota) = -0{,}26$
Moment d'ordre 4	$m_4(\tau) = 12{,}86$	$m_4(\iota) = 6{,}05$
Leptokurticité	$K^* = 6{,}05$	$K^\bullet = 3{,}17$
Statistique JB	$JB = 4\,635$	$JB = 120$
Test du χ^2	$P = 0\,\%$	$P = 0\,\%$

Figure 7.7 : incertitudes sur la rentabilité du CAC 40 (2004–2009).



Courbe et points noirs : dispersion selon le référentiel de temps calendaire.
Courbe et points gris : dispersion selon le référentiel de temps séquentiel.
Arrière-plan grisé : dispersion gaussienne standard $\mathcal{N}(0\,;1)$.

Figure 7.8 : nombre d'intervalles séquentiels selon leur durée calendaire (*ibid.*).

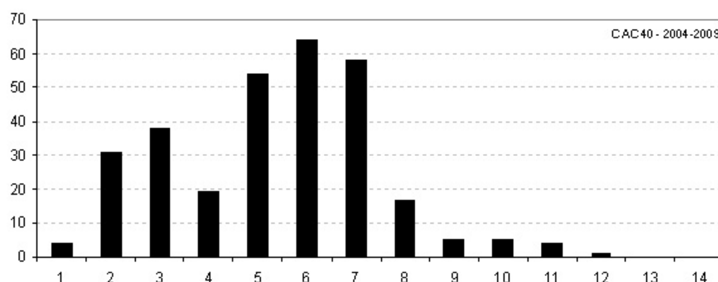
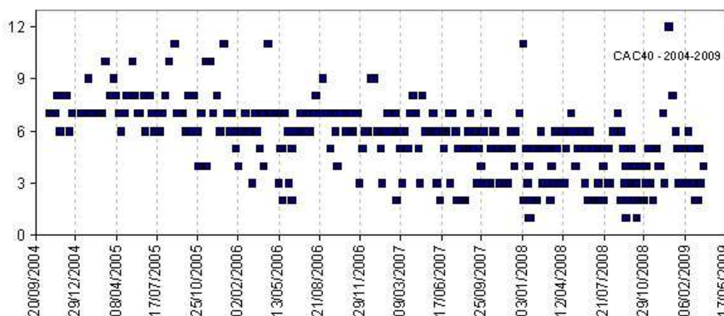


Figure 7.9 : évolution de la durée calendaire des intervalles séquentiels (*ibid.*).



Au cours des dernières années, comme précédemment, l'hypothèse d'une normalité gaussienne de la distribution ergodique de l'incertitude de la rentabilité de l'indice ne peut être retenue. Mais contrairement à la période 1860-1914 qui était caractérisée par un régime de normalité épistémologique pour lequel l'incertitude en référentiel calendaire et l'incertitude en référentiel séquentiel avaient des formes voisines, et à l'instar de la première période, celle antérieure à la moyennisation quetelésienne des flux, on observe une divergence entre la probabilité du phénomène telle qu'elle est consolidée en temps calendaire et celle consolidable en temps séquentiel. Or, c'est en temps calendaire que les indices sont établis parmi les spécialistes. On observe donc récemment, sur la place de Paris, une distorsion entre l'appréciation technique standard de l'incertitude de marché (calculée en référentiel calendaire) et l'appréciation du même phénomène au rythme propre des transactions. Cette tension, parmi les spécialistes de la finance de marché, entre les résultats établis et une connaissance plus intime du phénomène favorise sans doute une fuite en avant technique et la profusion de commentaires débridés des variations.

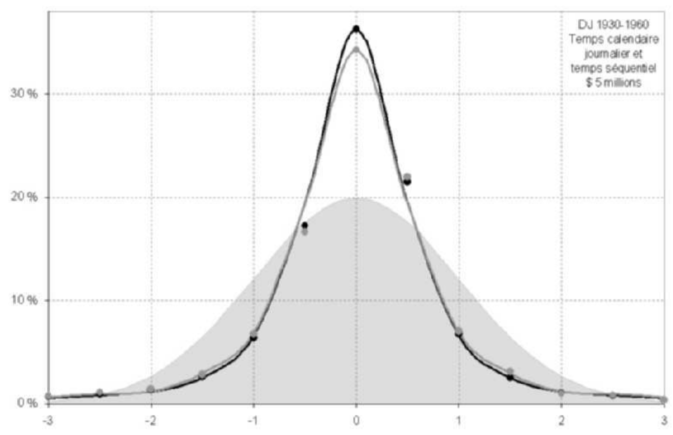
7.5 Le Dow Jones de 1930 à 1960

Indice de marché : Dow Jones Industrial Average du 2 janvier 1930 au 30 décembre 1960.

Tableau 7.5 : incertitudes sur la rentabilité du Dow Jones (1930–1960).

Référentiel	Temps calendaire	Temps séquentiel
Unité de temps	Jour	5 millions de transactions
Nombre d'unités	$N(\tau) = 7\,759$	$N(\iota) = 2\,569$
Espérance	$\mu(\tau) = 0{,}000\,1$	$\mu(\iota) = 0{,}000\,4$
Écart type	$\sigma(\tau) = 0{,}013\,0$	$\sigma(\iota) = 0{,}023\,1$
Moment d'ordre 3	$m_3(\tau) = 0{,}18$	$m_3(\iota) = -0{,}07$
Moment d'ordre 4	$m_4(\tau) = 15{,}86$	$m_4(\iota) = 9{,}56$
Leptokurticité	$K^* = 12{,}88$	$K^\bullet = 6{,}58$
Statistique JB	$JB = 53\,532$	$JB = 4\,608$
Test du χ^2	$P = 0\,\%$	$P = 0\,\%$

Figure 7.10 : incertitudes sur la rentabilité du Dow Jones (1930–1960).



Courbe et points noirs : dispersion selon le référentiel de temps calendaire.
Courbe et points gris : dispersion selon le référentiel de temps séquentiel.
Arrière-plan grisé : dispersion gaussienne standard $\mathcal{N}(0\,;1)$.

Figure 7.11 : nombre d'intervalles séquentiels selon leur durée calendaire (*ibid.*).

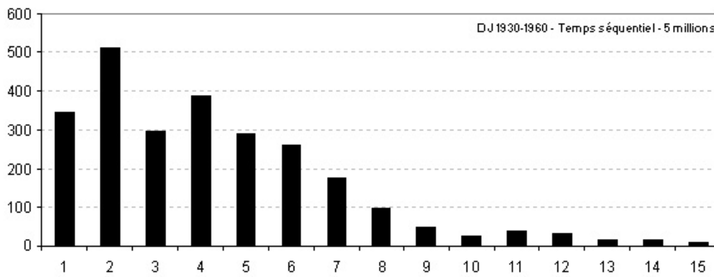
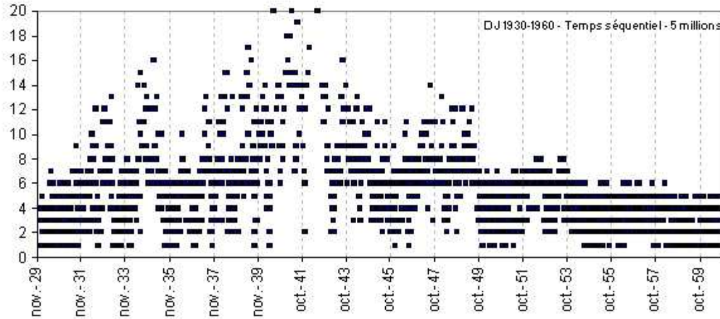


Figure 7.12 : évolution de la durée calendaire des intervalles séquentiels (*ibid.*).



Sans doute est-ce le lieu et le moment typiques (ou le monde idéal-typique) de la normalité épistémologique de la moyennisation des phénomènes de marchés : la logique est analogue à celle discernée à Paris entre 1860 et 1914, mais plus accentuée encore. Les structures de l'incertitude appréciées par les spécialistes au rythme du temps calendaire que présupposent leurs outils et celle qu'ils enregistrent de fait au rythme des transactions sont semblables. Mais ici, comme précédemment, l'hypothèse d'une normalité gaussienne de la distribution ergodique de l'incertitude de la rentabilité de l'indice ne peut être retenue. La moyennisation de l'information et celle des critères de l'action offraient alors un régime cohérent bien que les hypothèses queteлésiennes quant au réalisme de la moyenne fussent et demeurent infondées.

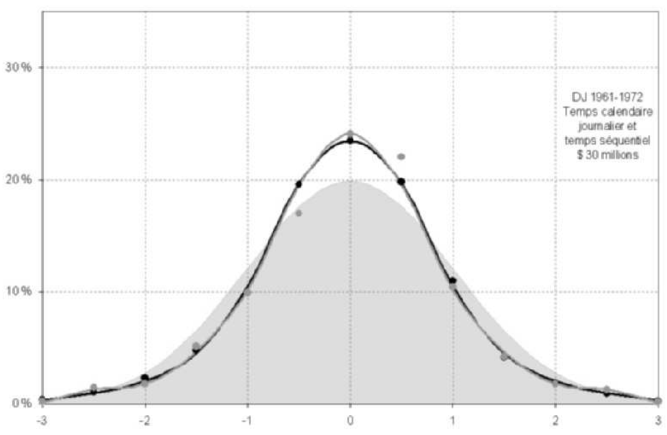
7.6 Le Dow Jones de 1961 à 1972

Indice de marché : Dow Jones Industrial Average du 3 janvier 1961 au 29 décembre 1972.

Tableau 7.6 : incertitudes sur la rentabilité du Dow Jones (1961–1972).

Référentiel	Temps calendaire	Temps séquentiel
Unité de temps	Jour	30 millions de transactions
Nombre d'unités	$N(\tau) = 2\,995$	$N(\iota) = 902$
Espérance	$\mu(\tau) = 0{,}000\,2$	$\mu(\iota) = 0{,}000\,5$
Écart type	$\sigma(\tau) = 0{,}006\,8$	$\sigma(\iota) = 0{,}013\,8$
Moment d'ordre 3	$m_3(\tau) = 0{,}15$	$m_3(\iota) = 0{,}05$
Moment d'ordre 4	$m_4(\tau) = 8{,}51$	$m_4(\iota) = 6{,}65$
Leptokurticité	$K^* = 5{,}53$	$K^\bullet = 3{,}69$
Statistique JB	$JB = 3\,799$	$JB = 501$
Test du χ^2	$P = 0\,\%$	$P = 0\,\%$

Figure 7.13 : incertitudes sur la rentabilité du Dow Jones (1961–1972).



Courbe et points noirs : dispersion selon le référentiel de temps calendaire.
Courbe et points gris : dispersion selon le référentiel de temps séquentiel.
Arrière-plan grisé : dispersion gaussienne standard $\mathcal{N}(0\,;1)$.

Figure 7.14 : nombre d'intervalles séquentiels selon leur durée calendaire (*ibid.*).

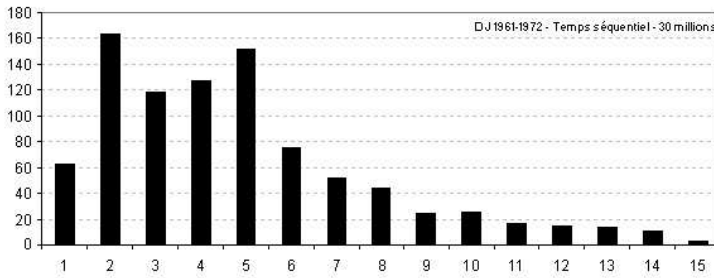
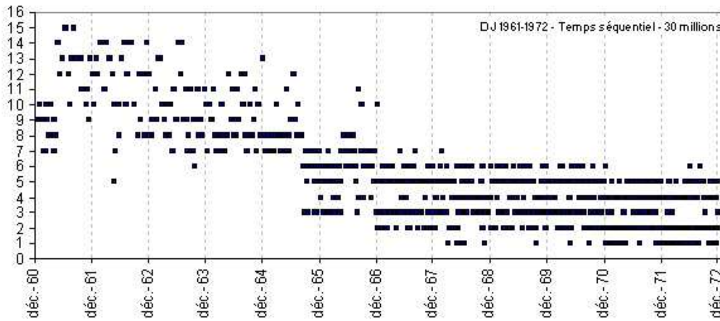


Figure 7.15 : évolution de la durée calendaire des intervalles séquentiels (*ibid.*).



Effet de l'accroissement des flux sur le marché boursier new-yorkais ou pas, la période 1961-1972, tout en conservant la caractéristique de normalité épistémologique de la période précédente (c'est-à-dire la conformité des structures de dispersion de l'incertitude observée selon le temps calendaire des calculs en vigueur et le temps séquentiel du rythme du marché) présente un bien meilleur ajustement avec l'hypothèse d'une normalité gaussienne de cette incertitude (c'est-à-dire le présupposé technique des calculs en vigueur). Il est remarquable qu'à New York, à la veille de leur martingalisation, les marchés se soient présentés à l'esprit des spécialistes comme martingalisables, de même qu'à Paris, à la veille de leur moyennisation, ils se soient présentés à leurs homologues au siècle précédent, comme moyennables.

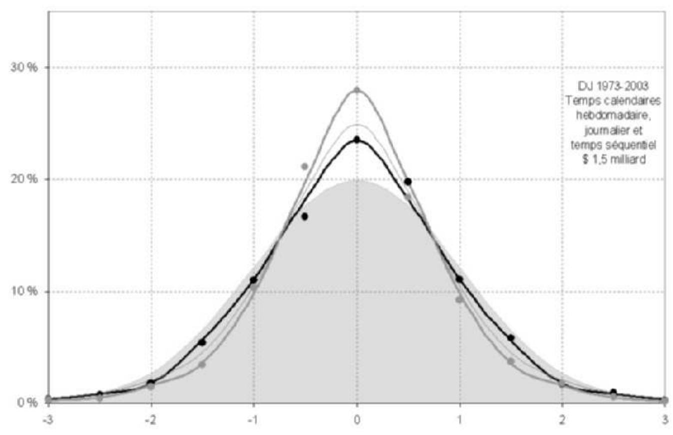
7.7 Le Dow Jones de 1973 à 2003

Indice de marché : Dow Jones Industrial Average du 2 janvier 1973 au 31 décembre 2003. Pour les mêmes raisons de robustesse que précédemment (voir p. 164), on a écarté dans chacun des trois référentiels considérés la période de plus grand écart enregistrée à la mi-octobre 1987 qui marque un effondrement boursier bien connu. Les écarts observés autour du 11 septembre 2001 n'apparaissent pas exceptionnels dans ces séries.

Tableau 7.7 : incertitudes sur la rentabilité du Dow Jones (1973–2003).

Référentiel		Temps calendaire		Temps séquentiel
Unité de temps		Jour	Semaine	1,5 milliard de trans.
Nombre d'unités	$N(\tau)$ =	7 825	1 603	$N(\iota)$ = 1 623
Espérance	$\mu(\tau)$ =	0,000 4	0,001 4	$\mu(\iota)$ = 0,001 8
Écart type	$\sigma(\tau)$ =	0,010 2	0,022 8	$\sigma(\iota)$ = 0,021 3
Moment d'ordre 3	$m_3(\tau)$ =	−0,45	−0,26	$m_3(\iota)$ = 0,51
Moment d'ordre 4	$m_4(\tau)$ =	9,04	5,26	$m_4(\iota)$ = 12,9
Leptokurticité	K^* =	2,76	2,28	$K^\bullet$ = 9,95
Statistique JB	JB =	12 160	358	JB = 6 692
Test du χ^2	P =	0 %	0 %	P = 0 %

Figure 7.16 : incertitudes sur la rentabilité du Dow Jones (1973–2003).



Courbe et points noirs : dispersion selon le référentiel de temps calendaire.
Courbe et points gris : dispersion selon le référentiel de temps séquentiel.
Arrière-plan grisé : dispersion gaussienne standard $\mathcal{N}(0\,;1)$.

Figure 7.17 : nombre d'intervalles séquentiels selon leur durée calendaire (*ibid.*).

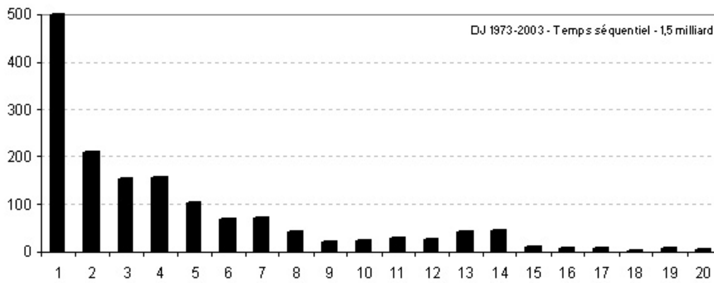
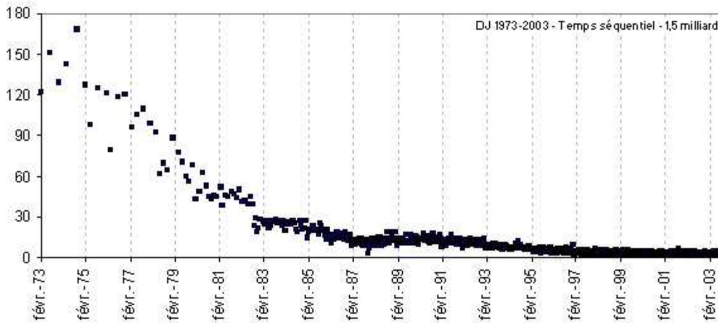


Figure 7.18 : évolution de la durée calendaire des intervalles séquentiels (*ibid.*).



La période des débuts de la martingalisation des marchés financiers est aussi celle d'une intensification sans précédent de l'activité du marché new-yorkais (comparer les figures 7.17 et 7.18 à leurs homologues). On assiste alors rapidement à une transformation de la relation entre les deux temporalités considérées. Le même volume de transactions passe en une centaine de jours en début de période et en quelques journées en fin de période – si ce n'est en un seul jour. Cette relation est elle-même fluctuante, et connue en probabilité. Est-elle gouvernée par une distribution parétienne ? Le schéma d'un accroissement exponentiel le suggère. Quoi qu'il en soit, on assiste à une transformation exponentielle de la relation entre les deux échelles de temps. Par suite, et pour la première fois, l'incertitude sur le Dow Jones, appréciée au fil du temps des transactions, a été nettement plus rude que celle appréciée au rythme calendaire (à la journée ou à la semaine). Ainsi une forte croissance boursière induit-elle des distorsions entre l'appréciation technique de l'incertitude et celle au fil de l'activité. Pour les spécialistes, les instruments techniques sembleront lisser la réalité. Il paraîtra plus opportun de compter sur son intuition et donc de spéculer de manière débridée.

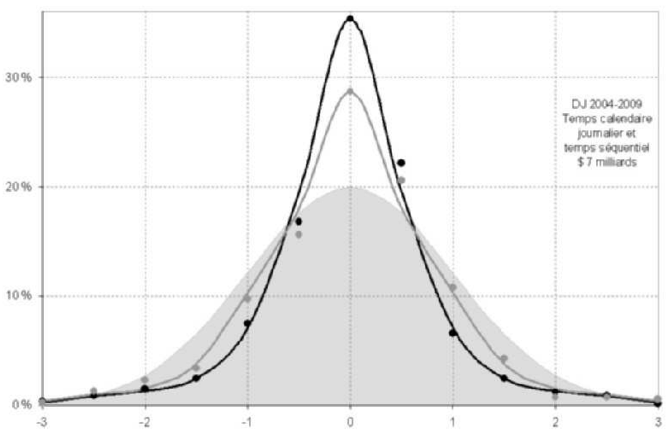
7.8 Le Dow Jones de 2004 à 2009

Indice de marché : Dow Jones Industrial Average du 5 janvier 2004 au 27 avril 2009. Les écarts observés pendant les années 2007-2008 n'apparaissent pas exceptionnels dans ces séries.

Tableau 7.8 : incertitudes sur la rentabilité du Dow Jones (2004–2009).

Référentiel	Temps calendaire	Temps séquentiel
Unité de temps	Jour	7 milliards de transactions
Nombre d'unités	$N(\tau) = 1\,337$	$N(\iota) = 565$
Espérance	$\mu(\tau) = -0{,}000\,2$	$\mu(\iota) = -0{,}000\,5$
Écart type	$\sigma(\tau) = 0{,}013\,3$	$\sigma(\iota) = 0{,}020\,1$
Moment d'ordre 3	$m_3(\tau) = 0{,}07$	$m_3(\iota) = 0{,}01$
Moment d'ordre 4	$m_4(\tau) = 14{,}85$	$m_4(\iota) = 7{,}11$
Leptokurticité	$K^* = 11{,}92$	$K^\bullet = 4{,}18$
Statistique JB	$JB = 7\,825$	$JB = 397$
Test du χ^2	$P = 0\,\%$	$P = 0\,\%$

Figure 7.19 : incertitudes sur la rentabilité du Dow Jones (2004–2009).



Courbe et points noirs : dispersion selon le référentiel de temps calendaire.
Courbe et points gris : dispersion selon le référentiel de temps séquentiel.
Arrière-plan grisé : dispersion gaussienne standard $\mathcal{N}(0\,;1)$.

Figure 7.20 : nombre d'intervalles séquentiels selon leur durée calendaire (*ibid.*).

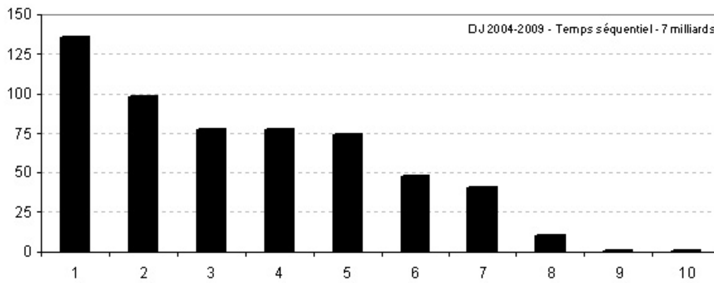
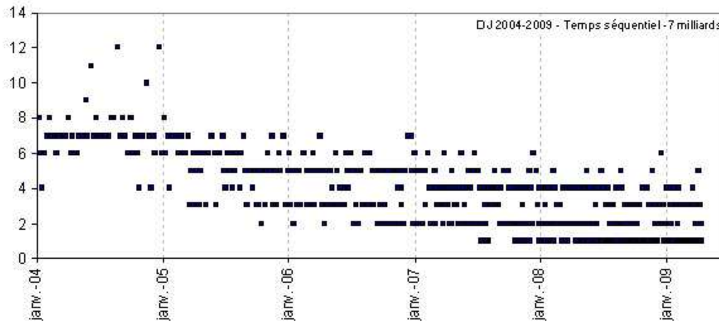


Figure 7.21 : évolution de la durée calendaire des intervalles séquentiels (*ibid.*).



Les marchés boursiers martingalisés de New York et de Paris présentent au cours des dernières années les mêmes symptômes. Comme toujours l'hypothèse d'une normalité laplaco-gaussienne de la distribution ergodique de l'incertitude de la rentabilité de l'indice ne peut y être retenue. Mais de plus il y a divergence entre l'appréciation technique du phénomène en vigueur (son calcul en temps calendaire tel qu'il est pratiqué par les spécialitstes) et sa possible appréciation au rythme des transactions, plus conforme à l'intuition des traders. L'inconfort de cette tension est sans doute renforcé par un nouveau retournement de tendance épistémologique : à l'inverse des décennies précédentes, c'est en temps d'horloge – selon les critères les plus largement partagés – que l'incertitude du marché apparaît comme la plus rude.

Liste des références

ALEXANDER S. [1961], « Price movements in speculative markets. Trends or random walks », *Industrial Management Review*, vol. II, p. 7-26.

ALUNNI C. [1999], « Relativités et puissances spectrales chez G. Bachelard », *Revue de synthèse*, n° 1, p. 73-110.

ALUNNI C. [2004], « Diagrammes et catégories comme prolégomènes à la question : qu'est-ce que s'orienter diagrammatiquement dans la pensée ? », *Penser le diagramme de Gilles Deleuze à Gilles Châtelet*, sous la dir. de Noëlle Batt, *Théorie, littérature, enseignement*, n° 22, Saint-Denis, Presses universitaires de Vincennes, p. 83-93.

ANÉ Th., GEMAN H. [2000], « Order Flow, Transaction Clock and Normality of Asset Returns », *The Journal of Finance*, vol. 55, n° 5, p. 2259-84.

ARBULU P. [2008], *La Bourse de Paris au* XIXe *s. : efficience et performance d'un marché financier émergent*, Paris, Connaissances & Savoirs.

ARROW K. J. [1953], « Le rôle des valeurs boursières pour la répartition la meilleure des risques », *Économétrie*, vol. 40, p. 41-7.

ARROW K. J., DEBREU, G. [1954], « Existence of an equilibrium for a competitive economy », *Econometrica*, vol. 22, p. 265-90.

AUSTIN J. L. [1962], *How to do Things with Words*, Oxford, Clarendon Press (trad. fr. Paris, Seuil, 1970).

AZARIADIS C. [1981], « Self-fulfilling prophecies », *Journal of Economic Theory*, vol. 25, p. 380-96.

AZARIADIS C., GUESNERIE R. [1982], « Prophéties créatrices et persistance des théories », *Revue Économique*, vol. 33, n° 5, p. 787-806.

BACHELARD G. [1927], *Essai sur la connaissance approchée*, Paris, Vrin.

BACHELARD G. [1929], *La Valeur inductive de la relativité*, Paris, Vrin.

BACHELARD G. [1938], *La Formation de l'esprit scientifique*, Paris, Vrin.

BACHELIER L. [1900], « Théorie de la spéculation », *Annales scientifiques de l'École normale supérieure*, sér. 3, n° 17, p. 21-86.

BACHELIER L. [1914], *Le Jeu, la chance et le hasard*, Paris, Flammarion.

BARABÁSI A.-L. [2003], *Linked*, London, Penguin Books.

BARBUT M. [2007], *La Mesure des inégalités. Ambiguïtés et paradoxes*, Genève, Droz.

BARBUT M., MAZLIAK L. [2008], « On a letter of Paul Lévy to Maurice Dumas », *jehps.net*, vol. 4, n° 1.

BERTHELOT J.-M. [2001] (dir.), *Épistémologie des sciences sociales*, Paris, PUF.

BERTHOUD A., DELMAS B., DEMALS T. [2007] (dir.), *Y a-t-il des lois en économie ?*, Villeneuve d'Ascq, Presses universitaires du Septentrion.

BIAIS B., BJÖRK T., CVITANIC J. *et al.*, [1997], *Financial Mathematics*, Heidelberg, Springer.

Black F. [1986], « Noise », *The Journal of Finance*, vol. 41, n° 3, p. 529-43.

Blanchard O. [1979b], « Speculative Bubbles, Crashes and Rational Expectations », *Economic Letters*, vol. 3, p. 387-9.

Blanchard O., Watson M. [1982], « Bubbles, Rational Expectations and Financial Markets », dans P. Watchel (dir.), *Crises in the Economic and Financial Structure*, Lexington Books.

Blanchard Ph., Volchenkov D. [2009], *Mathematical Analysis of Urban Spatial Networks*, Berlin / Heidelberg, Springer.

Bontems V. [2005], *Essai sur le progrès épistémologique au siècle de la relativité (1905-2005). L'analogie dans la construction des objets scientifiques contemporains*, Paris, doct. EHESS.

Bontems V. [2009], « Actualité d'une philosophie des machines. Gilbert Simondon, les hadrons et les nanotechnologies », *Revue de synthèse*, n° 1, p. 37-66.

Borel É. [1914], *Le Hasard*, Paris, Alcan (2e éd.).

Bouchaud J.-P., Cont R. [1988], « A Langevin approach to stock market fluctuations and crashes », *The European physical Journal B – Condensed Matter and Complex Systems*, vol. 6, n° 4, 19 December 1998, p. 543-50.

Bourdieu J., Heilbron J., Reynaud B. [2003] (dir.), *Espaces de la finance*, n° 146-147, mars 2003 des *Actes de la recherche en sciences sociales.*

Bourdieu P. [1963], *Travail et travailleurs en Algérie*, Paris / La Haye, Mouton (2e vol. : *Étude sociologique*).

Bourdieu P. [1972], *Esquisse d'une théorie de la pratique*, Genève, Droz.

Bourdieu P. [1977a], *Algérie 60. Structures économiques et structures temporelles*, Paris, Minuit.

Bourdieu P. [1977b], « Sur le pouvoir symbolique », *Annales*, n° 3, 1977, p. 405-11.

Bourdieu P. [1980], *Le Sens pratique*, Paris, Minuit.

Bourdieu P. [1987], « Sociologues de la croyance et croyance de sociologues », dans *Choses dites*, Paris, Minuit, p. 106-11.

Bourdieu P. [1990], « *Animadversiones in Mertonem* », dans *Robert K. Merton : Consensus and Controversy*, ed. by J. Clark, C. Modgil and S. Modgil, London, Falmer Press, p. 297-301.

Bourdieu P. [1992], « La Pratique de l'anthropologie réflexive. Introduction du séminaire de l'EHESS, Paris (octobre 1987) », dans *id.*, *Réponses*, Paris, Seuil, p. 187-231.

Bourdieu P. [1993] (dir.), *La Misère du Monde*, Paris, Seuil.

Bourdieu P. [1997], *Méditations pascaliennes*, Paris, Seuil.

Bourdieu P. [2000], *Les Structures sociales de l'économie*, Paris, Seuil.

Bourdieu P. [2001], *Science de la science et réflexivité. Cours du Collège de France 2000-2001*, Paris, Raisons d'agir.

Bourdieu P. [2005], [Entretien recueilli par B. Krais] dans P. Bourdieu, J.-C. Passeron et J.-C. Chamboredon [1968], 5e éd., Paris, EHESS et Berlin, Gruyter, p. v-xix.

Bourdieu P., Passeron J.-C., Chamboredon J.-C. [1968], *Le Métier de sociologue. Préalables épistémologiques*, Paris / La Haye, Mouton.

Bouveresse J. [1993], *L'homme probable. Robert Musil, le hasard, la moyenne et l'escargot de l'histoire*, Combas, L'Éclat.

Bouveresse J. [2003], « La Connaissance de soi et la science », *Actes de la recherche en sciences sociales*, n° 150, p. 59-64.

Braffort P. [2009], « Le Jugement des flèches. Un essai d'épistémologie appliquée », *Revue de synthèse*, n° 1, p. 67-101.

BRAUDEL F. [1979], *Civilisation matérielle, économique et capitalisme, XVe-XVIIIe siècle*, Paris, Armand Colin, 3 vol.

BRIAN É. [1986], *Techniques d'estimations et méthodes factorielles*, doct. Paris XI.

BRIAN É. [1990], *Recherches sur la division sociale du travail statistique aux XVIIIe et XIXe siècles*, doct. EHESS, 2 vol.

BRIAN É. [1994], *La Mesure de l'État. Administrateurs et géomètres au XVIIIe siècle*, Paris, Albin Michel.

BRIAN É. [1996], « Calepin. Repérage en vue d'une histoire réflexive de l'objectivation », *Enquête. Anthropologie, Histoire, Sociologie*, Marseille, n° 2, p. 193-222.

BRIAN É. [2001], « Vorwort », *Staatsvermessungen, Condorcet, Laplace, Turgot und das Denken der Verwaltung*, Wien, Springer, p. IX-XVI.

BRIAN É. [2002], « Transactions statistiques au XIXe siècle. Mouvements internationaux de capitaux symboliques », *Actes de la recherche en sciences sociales*, n° 145, p. 34-46.

BRIAN É. [2006], « Combinaisons et disposition. Langue universelle et géométrie de situation chez Condorcet (1793-1794) », *Early Science and Medicine*, vol. 11, n° 4, p. 455-77.

BRIAN É. [2008], « Portée du lexique halbwachsien de la mémoire », dans Halbwachs [2008], p. 113*-46*.

BRIAN É. [2009], « Probabilités », *Dictionnaire critique des faits religieux*, Paris, PUF.

BRIAN É., ALUNNI C. [2001] (dir.), *Revue de synthèse*, n° 1, *Objets d'échelles.*

BRIAN É., JAISSON M. [2003], « L'Éducation structurale », dans *Travailler avec Bourdieu*, P. Encrevé et R.-M. Lagrave (dir.), Paris, Flammarion, p. 119-28.

BRIAN É., JAISSON M. [2007a], *The Descent of Human Sex-ratio at Birth. A Dialogue between Mathematics, Biology and Sociology*, Dordrecht, Springer.

BRIAN É., JAISSON M. [2007b], *Le Sexisme de la première heure. Hasard et sociologie*, Paris, Raisons d'agir.

BRIAN É., WALTER C. [2007], « Puissance du calcul et conditions de la prévision », dans Walter et Brian [2007a], p. 165-82.

BRIAN É., WALTER C. [2008], « Crise de la prévision ou crise de la prévisibilité ? », *La Tribune*, 7 octobre 2008.

CHALLE É. [2007], « Valeur fondamentale et efficacité informationnelle », dans Walter et Brian [2007a], p. 25-54.

CHAMBOREDON J.-C. [1984], « Émile Durkheim : Le social objet de science. Du moral au politique ? », *Critique*, t. XL, n° 445-446, p. 460-531.

CICOUREL A. [1985], « Raisonnement et diagnostic : le rôle du discours et de la compréhension clinique en médécine », *Actes de la recherche en sciences sociales*, n° 60, p. 79-89.

CIFOLETTI G. [2006] (dir.), *Early Science and Medicine*, vol. 11, n° 4 (*The Art of Thinking Mathematically*).

COCHRANE J. [2001], *Asset pricing*, Princeton, Princeton University Press.

CONDORCET (Marie-Jean-Antoine-Nicolas Caritat, marquis de Condorcet) [1784-1787], « Mémoire sur le calcul des probabilités », *Mémoires de l'Académie royale des sciences*, Paris, impr. royale, 6 part. (rééd. dans CONDORCET [1994]).

CONDORCET [1785], *Essai sur l'application de l'analyse à la probabilité des décisions rendues à la pluralité des voix*, Paris, Imprimerie royale.

CONDORCET [1786], *Vie de Monsieur Turgot*, Londres (rééd. *Œuvres de Condorcet*, Paris, Didot, 1847, t. V, p. 5-233).

CONDORCET [1805], *Élémens du calcul des probabilités*, Paris, Royez.

CONDORCET [1994], *Arithmétique politique. Textes rares et inédits*, Paris, Ined (éd. B. Bru et P. Crépel).

CONDORCET [2004], *Tableau historique des progrès de l'esprit humain. Projets, esquisse, fragments et notes. 1772-1794*, Paris, Ined (éd. J.-P. Schandeler, P. Crépel *et al.*).

COQUERY N., MENANT F., WEBER F. [2006] (dir.), *Écrire, compter, mesurer. Vers une histoire des rationalités pratiques*, Paris, Rue d'Ulm.

COT A., LALLEMENT J. [2007], « De Walras à Arrow-Debreu », dans Guesnerie [2007].

COUMET E. [1970], « La Théorie du hasard est-elle née par hasard ? », *Annales*, vol. 25, n° 3, p. 574-98.

COURNOT A. [1843], *Exposition de la théorie des chances et des probabilités.* Paris, Hachette (*Œuvres complètes*, t. I, 1984).

COURNOT A. [1875], *Matérialisme, vitalisme, rationalisme. Études sur l'emploi des données de la science en philosophie*, Paris, Hachette (*Œuvres complètes*, t. V, 1979).

COWLES A. [1933], « Can stock market forecasters forecasts ? », *Econometrica*, vol. I, p. 309-24.

CRÉPEL P. [1984], « Quelques matériaux pour l'histoire de la théorie des martingales (1920-1940) », *Publication des séminaires de mathématiques*, Université de Rennes.

DACCACHE M. [2008], *La Gestion de risque entre savoir et pouvoir. Genèse, structure et fonctionnement du champ de production des discours sur les risques*, Paris, doct. EHESS.

D'ALEMBERT J. [1754], « Croix ou pile (Analyse des hasards) », *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné*, t. IV, p. 513-14.

DANA R.-A., JEANBLANC M. [1998], *Marchés financiers en temps continu*, Paris, Economica.

DASTON L. [1988], *Classical probability in the Enlightenment*, Princeton, Princeton University Press.

DAVAL R., GUILBAUD G.-TH. [1945], *Le Raisonnement mathématique*, Paris, PUF.

DE LONG J. B., SHLEIFER A., SUMMERS L., WALDMANN R. [1990a], « Noise Trader Risk in Financial Markets », *Journal of Political Economy*, vol. 98, p. 703-38.

DE LONG J. B., SHLEIFER A., SUMMERS L., WALDMANN R. [1990b], « Positive Feedback Investment Strategies and Destabilizing Rational Speculation », *Journal of Finance*, vol. 45, p. 375-95.

DESROSIÈRES A. [1993], *La Politique des grands nombres. Histoire de la raison statistique*, Paris, La Découverte.

DESROSIÈRES A. [2008], *L'Argument statistique*, Paris, Mines ParisTech.

DOOB J. [1953], *Stochastic processes*, New York, Wiley.

DUFY C., WEBER F. [2007], *L'Ethnographie économique*, Paris, La Découverte.

DURKHEIM É. [1895], *Les Règles de la méthode sociologique*, Paris, Alcan (nombreuses éd. ultérieures aux PUF).

EINSTEIN A. [1954], *La Théorie de la relativité restreinte et générale. Exposé élémentaire. La Relativité et le problème de l'espace*, Paris, Gauthier-Villars.

ELSTER J. [1975], *Leibniz et la formation de l'esprit capitaliste*, Paris, Aubier-Montaigne.

ELSTER J. [1986], *Rational Choice*, Oxford, Basil Blackwell.

ELSTER J. [1987], *Le Laboureur et ses enfants. Deux essais sur les limites de la rationalité*, Paris, Minuit (trad. française)

ELSTER J. [2003], *Proverbes, maximes, émotions*, Paris, PUF (trad. française)

Encrevé P., Lagrave R.-M. [2003] (dir.), *Travailler avec Bourdieu*, Paris, Flammarion.

Ésope [1709], *Les Fables d'Ésope, mises en français avec le sens moral en quatre vers, et une figure à chaque fable*, Lons-le-Saunier, Gauthier neveu.

Fagot-Largeault A. [1989], *Les Causes de la mort. Histoire naturelle et facteurs de risque*, Paris, Vrin.

Fagot-Largeault A. [2006-2009], *L'Ontologie du devenir*, Paris, cours du Collège de France (notes sur www.college-de-france.fr).

Fama E. [1965], « The behavior of stock market prices », *Journal of Business*, vol. 38, p. 34-105.

Fama E. [1970], « Efficient capital markets : a review of theory and empirical work », *Journal of Finance*, vol. 25, n° 2, p. 383-417 et discussion p. 418-423.

Fama E. [1976], « Reply », *Journal of Finance*, vol. 31, p. 143-45.

Farmer R. [1999], *The Macroeconomics of Self-Fulfilling Prophecies*, Cambridge, MIT Press.

Favereau O. [1985], « L'incertain dans la révolution keynésienne : l'hypothèse Wittgenstein », *Économies et sociétés*, série PE, n° 3, p. 29-72.

Fisher I. [1930], *The Theory of interest*, New York, MacMillian.

Föllmer H., Schied A. [2002], *Stochastic finance in discrete time*, New York, Gruyter.

Fontaine L. [2008], *L'Économie morale. Pauvreté, crédit et confiance dans l'Europe préindustrielle*, Paris, Gallimard.

Fornel M. de, Lemieux C. [2007] (dir.), *Naturalisme* versus *constructivisme ?*, Paris, EHESS.

Fréchet M. [1955], *Les Mathématiques et le concret*, Paris, PUF.

Galam S. [2007], « Valeur fondamentale et croyances collectives », dans Walter et Brian [2007a], p. 99-115.

Gallais-Hamono G., Hautcœur P.-C. [2007] (dir.), *Le Marché financier français au XIXe siècle*, Paris, Publications de la Sorbonne.

Gallais-Hamono G., Berthon J. [2008], *Les Emprunts tontiniers de l'Ancien Régime. Un exemple d'ingénierie financière au XVIIIe siècle*, Paris, Publications de la Sorbonne.

Gérard-Varet L.-A., Passeron J.-C. [1995] (dir.), *Le Modèle et l'enquête. Les usages du principe de rationalité dans les sciences sociales*, Paris, EHESS.

Godechot O. [2001], *Les Traders. Essai sociologique sur les marchés financiers*, Paris, La Découverte.

Godechot O. [2007], *Working rich : salaires, bonus et appropriation du profit dans l'industrie financière*, Paris, La Découverte.

Gordon M. J., Shapiro E. [1956], « Capital Equipment Analysis : The Required Rate of Return », *Management Science*, octobre, p. 102-10.

Gordon M. J. [1962], *The Investment, financing and valuation of the corporation*, Irwin, Homewood.

Granger G. G. [1954], « Langue universelle et formalisation des sciences. Un fragment inédit de Condorcet », *Revue d'histoire des sciences*, vol. 7, p. 197-219.

Granger G. G. [1956], *La Mathématique sociale du marquis de Condorcet*, Paris, PUF.

Greenspan A. [2009a], « We need a better cushion against risk », *Financial Times*, 27 mars 2009.

Greenspan A. [2009b], « Equities show us the way to a recovery », *Financial Times*, 30 mars 2009.

GRENIER J.-Y., GRIGNON C., MENGER P.-M. [2001] (dir.), *Le Modèle et le récit*, Paris, MSH.

GRIGNON C., KORDON C. [2009] (dir.), *Sciences de l'homme et sciences de la nature. Essais d'épistémologie comparée*, Paris, MSH.

GROSSMAN S., STIGLITZ J. [1980], « On the impossibility of informationnally efficient markets », *American Economic Review*, vol. 70, p. 393-408.

GUESNERIE R. [2005], *Les Marchés financiers (2004-2005)*, Paris, cours du Collège de France (notes sur www.college-de-france.fr).

GUESNERIE R. [2006], *Efficacité informationnelle (2005-2006)*, Paris, cours du Collège de France (notes sur www.college-de-france.fr).

GUESNERIE R. [2007], *Des Marchés au marché. L'équilibre général (2006-2007)*, Paris, cours du Collège de France (notes sur www.college-de-france.fr).

GUILBAUD G.-TH. [1952], « Les théories de l'intérêt général et le problème logique de l'agrégation », *Économie appliquée*, vol. 5, n° 4, p.501-51.

GUILBAUD G.-TH. [1985], *Leçons d'à-peu-près*, Paris, Christian Bougois.

[GUILBAUD G.-TH.] [1988] (coll. en hommage à —), *L'à-peu-près. Aspects anciens et modernes de l'approximation*, Paris, EHESS / Ancona, Il lavoro editoriale.

HACKING I. [1975], *The Emergence of probability: A philosophical study of early ideas about probability, induction and statistical inference*, Cambridge, Cambridge University Press.

HACKING I. [1990], *The Taming of Chance*, Cambridge, Cambridge University Press.

HACKING I. [1999], *The social Construction of what ?*, Londres / Cambridge, Harvard University Press.

HALBWACHS M. [1930/2002], *Les Causes du suicide*, Paris, PUF (1re éd., 1930 ; 2e éd. commentée, 2002).

HALBWACHS M. *et al.*, [1936/2005], *Le Point du vue du nombre*, Paris, Ined, 2005.

HALBWACHS M. [1937/2005], « Note sur l'emploi des coefficients de corrélation ou de covariation principalement en sociologie », *Annales sociologiques*, série C, fasc. 2, 1937, p. 141-4 (repris dans Halbwachs [1936/2005], p. 405-7).

HALBWACHS M. [1938a], *Morphologie sociale*, Paris, Armand Colin (1re éd., 1938 ; 2e éd., 1946 ; 3e éd., 1970).

HALBWACHS M. [1938b/1945/1964], *Esquisse d'une psychologie des classes sociales*, Paris, Marcel Rivière (1re éd., sous le titre *Analyse des mobiles dominants qui orientent l'activité des individus dans la vie sociale*, 1938 ; 2e éd., 1945 ; 3e éd., 1964).

HALBWACHS M. [1941/1971/2008], *La Topographie légendaire des évangiles en terre sainte. Étude de mémoire collective*, Paris, PUF. (1re éd., 1941 ; 2e éd., 1971 ; 3e éd. commentée, 2008).

HALBWACHS M. [1949/1950/1997], *La Mémoire collective*, Paris, Albin Michel (1re éd., 1949 ; 2e éd., 1950 ; 3e éd. commentée, 1997).

HARRISON M., KREPS D. [1979], « Martingales and arbitrage in multiperiod securities markets », *Journal of Economic Theory*, vol. 20, p. 381-408.

HARRISON M., PLISKA St. R. [1981], « Martingales and stochastic integrals in the theory of continuous trading », *Stochastic Processes and Applications*, vol. 11, p. 215-60.

HEILBRON J. [1990], *Het ontstaan van de sociologie*, Amsterdam, Prometheus (*The Rise of social Theory*, Cambridge, Polity Press, 1995 ; *Naissance de la sociologie*, Marseille, Agone, 2006).

HEILBRON J., CONVERT B. [2004], « Genèse de la "nouvelle sociologie économique" aux États-Unis », dans *Pour une histoire sociale des sciences sociales*, J. Heilbron, R. Lenoir et G. Sapiro (dir.), Paris, Fayard, p. 223-41.

HOFFMAN Ph., POSTEL-VINAY G., ROSENTHAL J.-L. [2001], *Des Marchés sans prix. Une économie politique du crédit à Paris 1660-1870*, Paris, EHESS.

HUYGENS Ch. [1657], *Tractatus de rationiciis in aleæ ludo* [voir à ce sujet l'ouvrage collectif : *L'Espérance du Hollandais ou Le premier traité du calcul du hasard*, Paris, Ellipses, 2005].

HYME P. [2005], *Efficience des marchés financiers et théorie économique. Une approche historique*, doct. Paris VIII / Saint-Denis.

HYME P. [2007], « Valeur fondamentale et bruitage des cours de bourse », dans Walter et Brian [2007a], p. 79-97.

JAISSON M. [2007], « Crises et civilisations : l'enquête de Halbwachs sur la proportion des sexes à la naissance », dans *Maurice Halbwachs. Sociologue retrouvé*, sous la dir. de M. Jaisson et Ch. Baudelot, Paris, Rue d'Ulm, p. 143-58.

JAISSON M. [2008], « Mémoire collective et espace social », dans Halbwachs [2008], p. 73*-97*.

JARQUE C. M., BERA, A. K. [1987], « A Test for Normality of Observations and Regression Residuals » *International Statistical Review*, vol. 55, p. 163-72.

JOHANSEN A., SORNETTE D. [1998], « Large Stock Market Price Drawdowns are Outliers », *Journal of Risk*, vol. 4, p. 69-110.

KARATZAS I., SHREVE S. [1998], *Methods of mathematical finance*, New York, Springer.

KENDALL M. [1953], « The analysis of economic time-series. Part I : Prices », *Journal of the Royal Statistical Society*, vol. 96, n° 1, p. 11-25

KEYNES J. M. [1921], *A Treatise on Probability, The Collected Writings of John Maynard Keynes*, vol. VIII, London, Macmillan, 1973.

KEYNES J. M. [1936], *The General Theory of Employment, Interest and Money, The Collected Writings of John Maynard Keynes*, vol. VII, London, Macmillan, 1973 (*Théorie générale de l'emploi, de l'intérêt et de la monnaie*, Paris, Payot, 1982.).

KNIGHT F. H. [1921], *Risk, uncertainty and profit*, Boston (rééd. New York, A. M. Kelley, 1964).

KNORR CETINA K., PREDA A. [2005] (dir.), *The Sociology of financial markets*, Oxford / New York, Oxford University Press.

KRUEGER L. [1987-1989] (dir.), *The probabilistic Revolution*, Cambridge, MIT Press, 2 vol.

LA CHAPELLE P. de [2007], « La valeur dite fondamentale », dans Walter et Brian [2007a], p. 11-23.

LA FONTAINE J. de [1802], *Fables de La Fontaine*, Paris, Didot, 2 vol. (éd. de réf. ; nombreuses éditions).

LAPLACE P. S. [1812], *Théorie analytique des probabilités*, Paris (*Œuvres*, t. VII, Paris, Gauthier-Villars, 1886).

LAPLACE P. S. [1814], *Essai philosophique sur les probabilités*, Paris, 1814 (Paris, Gauthier-Villars, 1921, 2 vol.).

LARMINAT P. de [2008], *Enquête sur des outils de gestion de portefeuilles. Pour une sociologie du calcul financier*, Paris, master EHESS-ENS.

LEBARON F. [2000], *La Croyance économique. Les économistes entre science et politique*, Paris, Seuil.

LEIBNIZ G. W. [1680-1683], *e. g. De Reditibus ad vitam aliisque pensionibus singularibus, specimen inquisitionis mathematicae in negocio politico*, manuscrit publié et traduit en allemand dans *Gottfried Wilhelm Leibniz. Hauptschriften zur Versicherungs- und Finanzmathematik* (éd. E. Knobloch et J.-M. von der Schulenburg), Berlin, Akademie Verlag, 2000 ; trad. fr. partielles dans *L'estime*

des apparences. Vingt et un manuscrits de Leibniz sur les probabilités, la théorie des jeux, l'espérance de vie (éd. M. Parmentier), Paris, Vrin, 1995 et Rohrbasser et Véron [2001].

LEPENIES W. [1985], *Die drei Kulturen. Soziologie zwischen Literatur und Wissenschaft*, Munich, Henser.

LEROY S. [1973], « Risk Aversion and the Martingale Property of Stock Prices », *International Economic Review*, vol. 14, p. 436-46.

LEROY S. [1989], « Efficient Capital Markets and Martingales », *Journal of Economic Literature*, vol. 27, p.1583-621.

LEROY S., PORTER K. [1981], « The Present Value Relation : Tests Based on Variance Bounds », *Econometrica*, vol. 49, p. 555-77.

LÉVY P. [1924], « Théorie des erreurs. La loi de Gauss et les lois exceptionnelles », *Bulletin de la Société Mathématique de France*, t. 52, p. 49-85.

LÉVY P. [1925], *Calcul des probabilités*, Paris, Gauthier-Villars.

LÉVY P. [1937], *Théorie de l'addition des variables aléatoires*, Paris, Gauthier-Villars.

LÉVY-BRUHL L. [1903], *La Morale et la science des mœurs.* Paris, Alcan.

LÉVY-VÉHEL J., WALTER C. [2002], *Les Marchés fractals. Efficience, ruptures et tendances sur les marchés financiers*, Paris, PUF.

LINTNER J. [1965], « The valuation of risky assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets », *Review of Economics and Statistics*, vol. XLVII, p. 13-37.

LORDON F. [2008], *Jusqu'à quand ? Pour en finir avec les crises financières*, Paris, Raisons d'agir.

LUCAS R. E. [1978], « Asset Prices in an Exchange Economy », *Econometrica*, vol. 46, n° 6, p. 1429-45.

MAC KENZIE D. [2006], *An Engine, not a Camera. How Financial Models shape Markets*, Cambridge, MIT Press.

MAMMONE-RINALDI A. [2008], *Équations philosophiques. La Construction de la science mathématique de la politique par Condorcet dans l'« Essai sur la probabilité des décisions »*, Paris, doct. EHESS.

MANDELBROT B. [1967], « Épistémologie du hasard dans les sciences sociales. Invariance des lois et vérification des prédictions », *Encyclopédie de la Pléiade. Logique et connaissance scientifique* (sous la dir. de J. Piaget), Paris, Gallimard, p. 1097-113.

MANDELBROT B. [1997], *Fractals and Scaling in Finance : Discontinuity, Concentration, Risk*, New York, Springer.

MANDELBROT B. [2005], *Une approche fractale des marchés. Risquer, perdre et gagner*, Paris, Odile Jacob.

MANDELBROT B., TAYLOR H. [1967], « On the Distribution of Stock Prices Differences », *Operations Research*, vol. 15, p. 1057-62.

MANSUY R. [2005], « Histoire de martingales », *Mathématiques et sciences humaines*, vol. 43, n° 169, p. 105-13.

MARGAIRAZ D. [1988], *Foires et marchés dans la France préindustrielle*, Paris, EHESS.

MARGAIRAZ D., MINARD P. [2006] (dir.), *Revue de synthèse*, n° 2, *Le Marché dans son histoire.*

MARTIN T. [1996], *Probabilités et critique philosophique selon Cournot*, Paris, Vrin.

MARTIN T. [2003] (dir.), *Arithmétique politique dans la France du XVIII*e *siècle*, Paris, Ined.

MAUSS M. [1925/2007], « Essai sur le don. Forme et raison de l'échange dans les sociétés archaïques », *L'Année sociologique*, 2de série, 1923-1924, t. 1, p. 30-186 (Paris, PUF, 2007).

MAUSS M. [1934/1974], « [Débat sur les fonctions sociales de la monnaie (1934)] », *Œuvres*, Paris, Minuit, t. 2, p. 11-120.

MAZLIAK L., BALDI P., PRIOURET P. [1988], *Martingales et chaînes de Markov*, Paris, Hermann.

MAZLIAK L., SHAFER G. [2009] (dir.), *Journal électronique d'histoire des probabilités et de la statistique*, vol. 5, n° 1, *Splendeurs et misères des martingales / The Splendors and Miseries of Martingales.*

MELE A. R., RAWLING P. [2004], *The Oxford Handbook of Rationality*, Oxford, Oxford University Press.

MESPOULET M. [2008], *Construire le socialisme par les chiffres. Enquêtes et recensements en URSS de 1917 à 1991*, Paris, Ined.

MEUSNIER N. [2003], « Vauban : arithmétique politique, Ragot et autre *Cochonnerie* », dans Martin [2003].

MEYERSON I. [1948/1995], *Les Fonctions psychologiques et les œuvres*, Paris, Albin Michel.

MUNIESA F., CALLON M. [2008], *La Performativité des sciences économiques*, *Papiers de recherche du CSI*, Paris, (École des Mines), n° 10.

NADEAU R. [1999], *Vocabulaire technique et analytique de l'épistémologie*, Paris, PUF.

NEMETH E. [2003], « Gesellschaftliche Tatbestände sichtbar machen. Otto Neurath über den Gegenstand der Wirtschaftswissenschaft und seine Visualisierung », *Philosophie an der Schwelle des 21. Jahrhunderts*, Frankfurt/Main, Peter Lang, p. 181-207.

NEURATH O. [1936], *International Picture Language. The first Rules of Isotype*, Londres, Paul-Trench-Trubner.

NEURATH P., NEMETH E. [1994] (dir.), *Otto Neurath oder Die Einheit von Wissenschaft und Gesellschaft*, Wien, Böhlau.

NEVEU J. [1972], *Martingales à temps discret*, Paris, Masson.

OSBORNE M. F. M. [1959], « Brownian Motion in the Stock Market », *Operations Research*, vol. VII, p. 145-73.

ORLÉAN A. [1986], « Mimétisme et anticipations rationnelles : une perspective keynésienne », *Recherches économiques de Louvain*, vol. 52, n° 1, p. 45-66.

ORLÉAN A. [1989], « Comportements mimétiques et diversité des opinions sur les marchés financiers », dans H. Bourguinat et P. Artus (dir.), *Théorie économique et crise des marchés financiers*, Economica.

ORLÉAN A. [1992], « Contagion des opinions et fonctionnement des marchés financiers », *Revue économique*, n° 4, p. 685-98.

ORLÉAN A. [1999], *Le Pouvoir de la finance*, Paris, Odile Jacob.

ORLÉAN A. [2008], « La notion de valeur fondamentale est-elle indispensable à la théorie financière ? », dans ARCÉ (coll.), *Comprendre la finance contemporaine*, Paris, La Découverte, p. 120-8.

PANOFSKY E. [1927/1975], *La Perspective comme forme symbolique*, Paris, Minuit, 1975 (éd. all. originale, 1927).

PANOFSKY E. [1951], *Gothic architecture and scholasticism*, Latrone, The Archabbey Press (trad. fr., Paris, Minuit, 1967).

PARENT É., BERNIER J. [2007], *Le Raisonnement bayésien. Modélisation et inférence*, Paris, Springer.

PARETO V. [1896], *Cours d'économie politique*, Lausanne, Rouge.

PARTHENAY C. [2008], *Vers une refondation de la science économique? Économie et argument transcendantal*, Paris, Cerf.

PASCAL B. [1998-2000], *Œuvres complètes*, Paris, Gallimard, t. I, 1998 ; t. II, 2000 (« Bibliothèque de La Pléiade »).

PASSERON J.-C. [1991, 2006], *Le Raisonnement sociologique. L'espace non poppérien du raisonnement naturel*, Paris, Nathan (1re éd.) ; *Le Raisonnement sociologique. Un espace non poppérien de l'argumentation*, Paris, Albin Michel (2de éd.).

PERROT J.-C. [1977], *L'Âge d'or de la statistique régionale française. An IV-1804*, Paris, SER.

PERROT J.-C. [1981], « Le Présent et la durée dans l'œuvre de Fernand Braudel », *Annales*, n° 1, p. 3-15.

PERROT J.-C. [1992], *Une Histoire intellectuelle de l'économie politique (XVIIe-XVIIIe siècles)*, Paris, EHESS.

PIRCHER W. [2000] (dir.), *Sozialmaschine Geld. Kultur. Geschichte*, Giessen, Anabas.

PISON G. [2008], « Forces et faiblesses de la démographie américaine face à l'Europe », *Population et sociétés*, n° 446, p. 1-4.

PLISKA ST. R. [1997], *Introduction to Mathematical Finance*, Oxford, Blackwell.

POINCARÉ H. [1902], *La Science et l'hypothèse*, Paris, Flammarion (éd. récente citée : 1968).

POPPER K. R. [1957], *The Poverty of Historicism*, Boston, Beacon Press (trad. fr. Paris, Plon, 1956).

PORTER T. M. [1986], *The Rise of statistical Thinking*, Princeton, Princeton University Press.

PORTER T. M. [2001], « Economics and the History of Measurement », *History of Political Economy*, vol. 33, ann. suppl., p. 4-22.

PRADIER P.-Ch. [2006], *La Notion de risque en économie*, Paris, La Découverte.

PRADIER P.-Ch., TEIRA SERRANO D. [2000], « Frank H. Knight le risque comme critique de l'économie politique », *Revue de Synthèse*, t. 121, n° 1-2, p. 79-116.

QUETELET A. [1846], *Lettres sur la théorie des probabilités appliquée aux sciences morales et politiques*, Bruxelles, Hayez.

QUITTARD-PINON F. [2003], *Marchés de capitaux et théorie financière*, Paris, Economica.

RAMIREZ C. [2005], *Contribution à une théorie des modèles professionnels. Le cas des comptables libéraux en France et au Royaume-Uni*, Paris, doct. EHESS.

RAWLS A. W. [1996], « Durkheim's Epistemology : the neglected Argument », *Américan Journal of Sociology*, vol. 102, n° 2, p. 430-82.

RAWLS A. W. [2007], « Théories de la connaissance chez Durkheim et Garfinkel », dans Fornel et Lemieux [2007], p. 141-83.

REVEL J. [1996] (dir.), *Jeux d'échelles. La microanalyse à l'expérience*, Paris, Seuil.

RIVA A. [2007], « Les bourses italiennes à l'époque giolittienne (1894-1913) : une analyse institutionnaliste de leur organisation », *Entreprises et histoire*, n° 48, 2007/3, p. 9-28.

ROCHE D. [2008], *La Culture équestre de l'occident XVIe-XIXe siècle. L'Ombre du Cheval*, Paris, Fayard (t. I, *Le Cheval moteur*).

ROHRBASSER J. M., VÉRON J. [2001], *Leibniz et les raisonnements sur la vie humaine*, Paris, Ined.

RUNDE J., MIZUHARA S. [2003] (dir.), *The Philosophy of Keynes's Economics. Probability, Uncertainty and Convention*, London, Routledge.

SAMUELSON P. A. [1965a], « A rational Theory of Warrant Pricing », *Industrial Management Review*, vol. 6, p. 13-39.

Samuelson P. A. [1965b], « Proof that properly anticipated Prices fluctuate Randomly », *Industrial Management Review*, vol. 6, p. 41-9.

Samuelson P. A. [1972], *L'Économique*, Armand Colin.

Samuelson P. A. [1973], « Proof that properly discounted present Value of Assets Vibrate Randomly », *Bell Journal of Economics*, vol. 4, p. 369-74.

Schumpeter J. A. [1954/1983], *Histoire de l'analyse économique*, Paris, Gallimard, 3 vol. (éd. orig. 1954).

Searle J. R. [1970], *Speech acts. An essay in the philosophy of language*, Cambridge, Cambridge University Press (trad. fr., Paris, Hermann, 1972).

Sharpe W. [1964], « Capital Asset Prices. A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk », *Journal of Finance*, vol. 19, p. 425-42.

Shiller R. [1978], « Rational Expectations and the Dynamic Structure of Rational Expectations Models : a Critical Review », *Journal of Monetary Economics*, 4, p. 26.

Shiller R. [1981], « Do Stock Price Move too Much to Be justified by Subsequent Changes in Dividends ? », *American Economic Review*, vol. 71, n° 3, juin, p. 421-36.

Shiller R. [1984], « Stock Prices and Social Dynamics », *Brookings Papers on Economic Activity*, 2, p. 457-98.

Shiller R. [2000], *Irrational Exuberance*, Princeton, Princeton University Press.

Shleifer A., Summers L. [1990], « The Noise Trader Approach to Finance », *Journal of Economic Perspectives*, vol. 4, n° 2, p. 19-33.

Simiand F. [1932], *Le Salaire. L'évolution sociale et la monnaie*, Paris, Félix Alcan, 3 vol.

Simiand F. [2006], *Critique sociologique de l'économie*, Paris, PUF.

Smith A. [1776], *Recherche sur la nature et les causes de la richesse des nations*, Paris, Economica, 2000-2005, 3 vol. (éd. orig. *An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations*, 1776).

Sornette D. [2003], *Why Stock Markets crash. Critical Events in complex Financial Systems*, Princeton, Princeton University press.

Sornette D. [2005], *Extreme financial Shocks*, New York, Springer.

Steiner Ph. [2005], *La Sociologie économique*, Paris, La Découverte.

Tadjeddine Y. [2000], *Modèles fondamentaliste, stratégique, conventionnaliste. Une typologie de la décision spéculative*, doct. Paris-X.

Tadjeddine Y. [2007], « Spéculation boursière et représentations mentales », dans Walter et Brian [2007a], p. 117-37.

Théry I. [2007], *La Distinction de sexe. Une nouvelle approche de l'égalité*, Paris, Odile Jacob.

This Saint-Jean I. [2007], « Valeur fondamentale et bulles rationnelles », dans Walter et Brian [2007a], p. 55-77.

Taleb N. N. [2005], *Le Hasard sauvage. Des marchés boursiers à notre vie, le rôle caché de la chance*, Paris, Les Belles Lettres (éd. orig., New York, Texere, 2001).

Taleb N. N. [2008], *Le Cygne Noir. La puissance de l'imprévisible*, Paris, Les Belles Lettres (éd. orig., New York, Random House, 2007).

Tirole J. [1982], « On the Possibility of Speculation under rational Expectations », *Econometrica*, vol. 50, n° 5, septembre, p. 1163-81.

Todhunter I. [1865], *A History of the mathematical Theory of Probability. From the Time of Pascal to that of Laplace*, Cambridge, MacMillan.

Touffut J. P. [2007], *La Société du probable. Les Mathématiques sociales après Augustin Cournot*, Paris, Albin Michel.

Valade B. [1990], *Pareto. La Naissance d'une autre sociologie*, Paris, PUF.

WACQUANT L. J. D., CALHOUN C. J. [1989], « Intérêt, rationalité et culture. À propos d'un récent débat sur la théorie de l'action », *Actes de la recherche en sciences sociales*, n° 78, p. 41-60.

WALLISER B. [2000], *Économie cognitive*, Paris, Odile Jacob.

WALRAS L. [1874], *Éléments d'économie politique pure*, Lausanne, Corbaz.

WALTER C. [1994], *Les Structures du hasard en économie. Efficience des marchés, lois stables et processus fractals*, doct. IEP.

WALTER C. [1996], « Une histoire du concept d'efficience sur les marchés financiers », *Annales*, vol. 51, n° 4, p. 873-905.

WALTER C. [2002a], « La recherche de lois d'échelle sur les variations boursières », dans P. Abry, P. Gonçalvès, et J. Lévy-Véhel (dir.), *Lois d'échelle, fractales et ondelettes*, Paris, Hermès, p. 243-72.

WALTER C. [2002b], « Le phénomène leptokurtique sur les marchés financiers », *Finance*, vol. 23, n° 2, p. 15-68.

WALTER C. [2005], « Les quatre causes de l'efficacité informationnelle des marchés », *Finance et bien commun*, n° 23, p. 107-15.

WALTER C. [2006], « Les Martingales sur les marchés financiers, une convention stochastique ? », *Revue de synthèse*, n° 2, p. 379-91.

WALTER C. [2009], « Mandelbrot (Benoît) », *Encyclopedy of quantitative finance*, New York, Wiley.

WALTER C., BRIAN É. [2007a] (dir.), *Critique de la valeur fondamentale*, Paris, Springer.

WALTER C., BRIAN É. [2007b], « Introduction », dans Walter et Brian [2007a], p. 1-9.

WALTER C., BRIAN É. [2007c], « Spéculation boursière et hasard de Pareto », dans Walter et Brian [2007a], p. 139-63.

WEBER M. [1904-1905], *Die protestantische Ethik und der Geist des Kapitalismus*, Tübingen, J. C. B. Mohr, 1934 (trad. fr., Paris, Plon, 1964 ; nouv. tr., Paris, Gallimard, 2003).

WILLIAMS D. [1991], *Probability with martingales*, Cambridge, Cambridge University Press.

WILLIAMS J. B. [1938], *The Theory of investment value*, Harvard, Harvard University Press.

WORKING H. [1934], « A Random-Difference Series for Use in the Analysis of Time Series », *Journal of the American Statistical Association*, vol. 29, p. 11-24.

WORKING H. [1956], « New Ideas and Methods for Price Research », *Journal of Farm Economics*, vol. 38, p. 1427-36.

ZAJDENWEBER D. [2000], *L'Économie des extrêmes*, Paris, Flammarion.

Index des matières

Les matières présentes tout au long de l'ouvrage ne sont pas indexées : Agent, Aléa, Bourse, Calculs, Coup, Économie, Épistémologie, Finance, Hasard, Histoire, Incertitudes, Institutions, Intérêt, Lois de probabilité (en général, Laplace-Gauss, Pareto-Lévy), Marché, Mathématiques, Moyenne, Objectif, Phénomène, Prix, Probabilité, Sociologie, Spéculateurs, Subjectif, Temps.

Index des noms



Achevé d'imprimer sur les presses de l'Imprimerie BARNÉOUD
53960 BONCHAMP-LÈS-LAVAL
Dépôt légal : août 2009 - N° d'imprimeur : 907050
Imprimé en France